

DELab

DIGITAL RESEARCH STUDIES

WORKING PAPER # 1/2021

KAPITAŁ LUDZKI, ORGANIZACYJNY I OTOCZENIE BIZNESOWE A ABSORPCJA TECHNOLOGII CYFROWYCH – UJĘCIE EMPIRYCZNE

Autorka: Aneta Gołębiewska

Opieka naukowa: Joanna Siwińska-Gorzelał

CYTOWANIE

A. Gołębiewska, J. Siwińska-Gorzelał, KAPITAŁ LUDZKI, ORGANIZACYJNY I OTOCZENIE BIZNESOWE A ABSORPCJA TECHNOLOGII CYFROWYCH - UJĘCIE EMPIRYCZNE, DELab Digital Working Studies 1/2021, Warszawa 2021



STRESZCZENIE

Opracowanie to jest skrótem pracy magisterskiej obronionej na Wydziale Nauk Ekonomicznych UW. Celem jest zbadanie, jakie czynniki warunkują absorpcję nowoczesnych technologii. Szczególna uwaga została skupiona na determinantach związanych z kapitałem ludzkim, organizacyjnym oraz szeroko pojętym otoczeniem biznesowym. Przy wykorzystaniu szeregu regresji opartych na danych dotyczących 14 sektorów w 21 krajach OECD z lat 2012–2018 wykazano, iż zarówno kapitał ludzki, jak i organizacyjny są istotnymi czynnikami komplementarnymi względem nowoczesnych technologii. Co więcej, regulacje rynkowe, szczególnie te związane z rynkiem pracy oraz stymulacją innowacyjności gospodarek, pełnią istotną rolę w przyjmowaniu technologii cyfrowych oraz wzmacniają pozytywny wpływ kapitału ludzkiego i organizacyjnego w dyfuzji nowoczesnych rozwiązań technologicznych.

WSTĘP

W ciągu ostatniej dekady nastąpił dynamiczny postęp w obszarze nowoczesnych technologii, skutkujący pojawieniem się nowych systemów, aplikacji i urządzeń. Jednak, mimo iż koszty przyjęcia i użytkowania wielu z nich są znacznie niższe niż kilkanaście lat temu, to dane wskazują, iż dyfuzja technologii cyfrowych na poziomie firm, sektorów i całych gospodarek utrzymuje się cały czas na relatywnie niskim poziomie. W szczególności, jak szacuje McKinsey Global Institute, w Europie wykorzystuje się tylko 12%, a w Stanach Zjednoczonych – 18% potencjału technologii cyfrowych (McKinsey Global Institute, 2018).

Co ciekawe, szybkiemu postępowi w obszarze nowoczesnych technologii w ciągu ostatnich lat towarzyszył jednoczesny spadek zagregowanej produktywności. Przyczyn tego zjawiska, nazywanego w literaturze "współczesnym paradoksem produktywności", upatruje się w pogłębiającej się dywergencji produktywności między najbardziej i najmniej wydajnymi firmami, szczególnie w sektorze technologii informacyjno-komunikacyjnych (ICT) (Andrews, Criscuolo, Gal, 2016). Biorąc więc pod uwagę nierównomierny stopień rozpowszechnienia technologii cyfrowych oraz spadek produktywności w ostatnich latach, konieczne zdaje się poszukiwanie odpowiedzi na pytanie o to, jakie czynniki – z jednej strony – ograniczają, z drugiej zaś – stymulują dyfuzję nowoczesnych technologii.

Celem niniejszej pracy jest rozpoznanie oraz analiza czynników wpływających na absorpcję nowoczesnych technologii – dokładniej na wdrażaniu systemów Customer Relationship Management (CRM), Enterprise Resource Planning (ERP) oraz usług przetwarzania w chmurze na poziomie sektorowym w 21 krajach OECD.

I. TECHNOLOGIE CYFROWE I CZYNNIKI KOMPLEMENTARNE – GŁÓWNE POJĘCIA I TRENDY

Obserwowany w ciągu ostatnich 60 lat gwałtowny wzrost mocy obliczeniowej przy jednoczesnym spadku kosztów jej wytwarzania spowodował szybki rozwój technologii cyfrowych. Obecnie gospodarki, rządy i społeczeństwa na całym świecie stają się zdigitalizowane, a zachodzące zmiany nazywa się **transformacją cyfrową**. Co więcej, wdrażanie coraz bardziej zaawansowanej infrastruktury komunikacyjnej oraz rozpowszechnianie technologii cyfrowych, które pozwalają na przetwarzanie oraz generowanie ogromnych ilości wszelkiego rodzaju informacji, zmieniają dane w ważny, strategiczny zasób. Technologie cyfrowe i przepływy danych wpływają też zasadniczo na sposób, w jaki firmy, rządy i społeczeństwa wchodzą w interakcje i współpracują ze sobą¹.

Zgodnie z jedną z wielu dostępnych definicji, za **technologie cyfrowe** uważa się "(...) narzędzia elektroniczne, systemy oraz urządzenia i zasoby, które generują, przechowują lub przetwarzają dane"². W definicję tę wpisują się **technologie informacyjno-komunikacyjne** (z ang. *Information and Communication Technologies, ICT*), którymi, zgodnie z systematyką zaproponowaną przez OECD, nazywa się takie dobra, "(...) które mają spełniać funkcję przetwarzania informacji i komunikacji za pomocą środków elektronicznych, w tym transmisji i wyświetlania lub takie, które wykorzystują przetwarzanie elektroniczne do wykrywania, pomiaru i/lub rejestrowania zjawisk fizycznych lub do kontroli procesu fizycznego"³. Bardziej złożona definicja technologii informacyjno-komunikacyjnych, oprócz sprzętu o konkretnych cechach i funkcjonalnościach, obejmuje także społeczeństwo, które użytkuje, czerpie korzyści oraz odpowiada za rozwój technologii⁴.

Dla określenia technologii informacyjno-komunikacyjnych rozważanych w niniejszej pracy używa się za⁵. Z tego opisu można wnioskować, iż to, co nowe ulega ciągłej redefinicji. Biorąc pod uwagę bieżący stan nauki i technologii nowoczesnymi można by raczej nazwać sztuczną inteligencję, uczące się roboty czy Internet Rzeczy. Jednak brak porównywalnych danych uniemożliwia na razie ich systematyczną analizę.

W tej pracy uwaga została natomiast skupiona na konkretnych technologiach cyfrowych, których wykorzystanie w przedsiębiorstwach jest dobrze udokumentowane: są to między innymi systemy CRM (z ang. *Customer Relationship Management*), ERP (z ang. *Enterprise Resource Planning*), wykorzystanie chmury obliczeniowej (z ang. *Cloud Computing, CC*) oraz dostęp do szerokopasmowego Internetu, który jest niezbędnym warunkiem dostępu do tych technologii. W dalszej części rozdziału przedstawiono dokładne definicje oraz trendy w wykorzystaniu tych systemów i aplikacji. Zaprezentowano

¹ OECD, *Going Digital: Shaping Policies, Improving Lives*, OECD Publishing, 2019, s. 2 – 18.

² Źródło: <https://www.education.vic.gov.au/school/teachers/teachingresources/digital/Pages/teach.aspx>. Dostęp: 29.03.2020.

³ OECD, *Glossary of statistical terms*; <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=6274>. Dostęp: 20.05.2020.

⁴ J. R. Cordoba-Pachon, A. E. Ochoa Arias, *Systems Thinking and E-participation: ICT in the Governance of Society*, Information Science Publishing, New York 2009, s. 75 – 76.

⁵ Źródło: <https://www.encyclopedia.com/social-sciences-and-law/sociology-and-social-reform/sociologygeneral-terms-and-concepts/new-0>. Dostęp z dnia 29.03.2020.

także statystyki dotyczące czynników komplementarnych oraz wspierających przyjmowanie technologii cyfrowych.

1.1. Wykorzystanie technologii cyfrowych w Polsce i na świecie

Rosnący nieustannie poziom złożoności procesów i relacji przedsiębiorstw z innymi firmami i konsumentami wymaga stosowania coraz to nowszych i bardziej zaawansowanych rozwiązań technologicznych. Pod koniec lat 90. XX wieku firmy w większości krajów rozwiniętych zaczęły inwestować w technologie takie jak: systemy ERP (z ang. *Enterprise Resource Planning*), CRM (z ang. *Customer Relationship Management*), zarządzanie łańcuchem dostaw czy hurtownie danych. Aplikacje te umożliwiły rozwój nowych procesów biznesowych, które określa się mianem e-biznesu. E-biznes definiuje się w literaturze jako "wykorzystywanie elektronicznych sieci komunikacyjnych, które umożliwiają przedsiębiorstwom przesyłanie i odbieranie informacji"⁶. Procesy związane z e-biznesem nazywa się natomiast "zmianami organizacyjnymi opartymi na ICT", "transformacjami biznesowymi opartymi na ICT" lub "rekonstrukcją procesów biznesowych opartą na ICT" (z ang. *ICT-based Business Process Reengineering, BPR*). W szczególności *Business Process Reengineering* pozwala na krytyczną analizę procesów biznesowych pod kątem eliminacji zbędnych działań oraz wdrożenie nowych sposobów, pozwalających na osiągnięcie pożądanego rezultatu. Jeśli zostanie skutecznie zaimplementowany, może także prowadzić do ponadprzeciętnych wzrostów wydajności⁷.

M. Falk podkreśla, iż jednym z istotnych narzędzi w "rekonstrukcji procesów biznesowych opartej na ICT" są systemy ERP. Działanie tych systemów opiera się na pakietach oprogramowania, wykorzystujących technologię baz danych do kontroli i integracji wszystkich informacji związanych z działalnością firmy, w tym danych klientów, dostawców, pracowników, danych finansowych oraz tych dotyczących produktów. W przypadku systemów ERP wykorzystywana jest jedna baza danych, w której wszystkie transakcje biznesowe, takie jak: zarządzanie zapasami, zarządzanie zamówieniami klientów, planowanie i zarządzanie produkcją, dystrybucja, księgowość oraz zarządzanie zasobami ludzkimi są wprowadzane, rejestrowane, przetwarzane, monitorowane i raportowane⁸. Andrews i in. wskazują, iż przyjmowanie systemów ERP przez firmy jest kosztowne, a ich złożoność wymaga wysoko rozwiniętych umiejętności zarządczych oraz zapewnienia odpowiednich szkoleń dla pracowników w zakresie obsługi i wykorzystania. Z tego względu wiele przedsiębiorstw decyduje się na wdrożenie systemu ERP dopiero po osiągnięciu krytycznej wielkości⁹.

⁶ M. Falk, ICT-linked firm reorganisation and productivity gains, *WIFO Working Papers*, Nr 216, Australian Institute of Economic Research (WIFO) 2004, s. 1 [za:] C. Fellenstein, R. Wood, *Exploring E-Commerce, Global E-Business and E-Society*, Prentice Hall PTR, 2000.

⁷ Ibidem, s. 1.

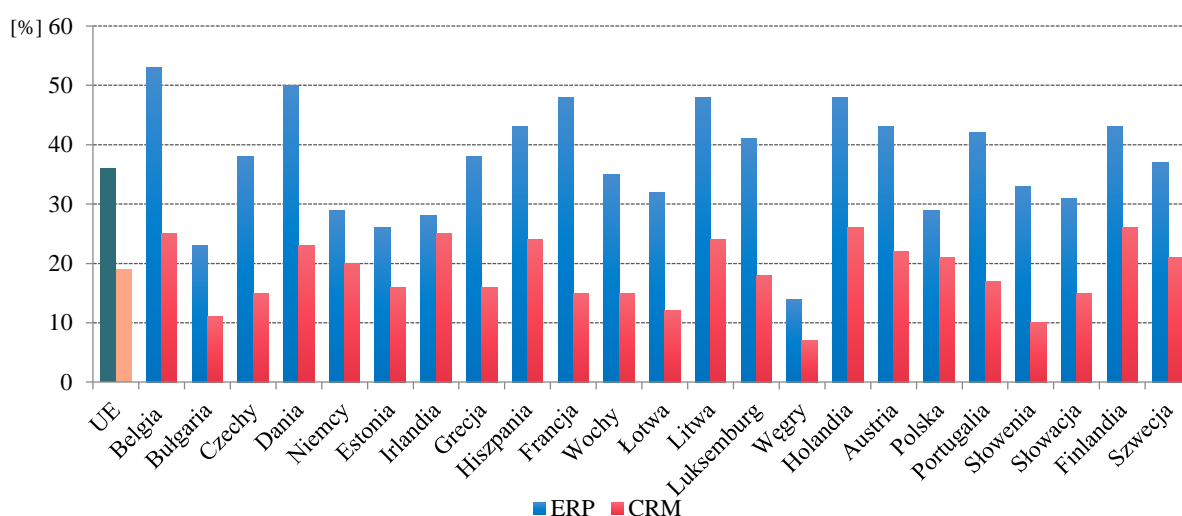
⁸ Ibidem, s. 4.

⁹ D. Andrews, G. Nicoletti, C. Timiliotis, Digital technology diffusion:..., op.cit., s. 79.

Systemy ERP pełnią także funkcję platform dla innych aplikacji, w tym systemów CRM. Systemy zarządzania relacjami z klientem służą do pozyskiwania, analizy i wykorzystywania wiedzy o klientach w celu poprawy jakości procesów biznesowych. Mogą także stanowić kanał, poprzez który firmy kształtują relacje z grupą docelową i pozyskują najbardziej zyskownych odbiorców dla swoich usług i produktów¹⁰. Podczas gdy działanie systemów ERP i CRM może się pokrywać w niektórych obszarach, to ich podstawowe funkcje są różne, a firmy mogą zdecydować się na wybór tylko jednej z tych aplikacji. W szczególności młode przedsiębiorstwa w pierwszej kolejności decydują się na wdrażanie systemów CRM w celu zwiększenia sprzedaży, a dopiero po pewnym czasie inwestują w kosztowne systemy ERP, aby zoptymalizować procesy biznesowe¹¹.

W 2019 r. w krajach rozwiniętych więcej firm korzystało z systemów ERP niż CRM (Rys. 1.). W Polsce, podobnie jak w innych krajach UE, oba te systemy były wykorzystywane przez duże firmy – zgodnie z danymi Głównego Urzędu Statystycznego aplikacje ERP i CRM korzystało odpowiednio 87,3% oraz 79,6% firm zatrudniających co najmniej 250 pracowników (Rys 3.). Biorąc natomiast pod uwagę rodzaj prowadzonej działalności, oba te oprogramowania stosowano najczęściej w jednostkach z działu związanego z naprawą i konserwacją komputerów i sprzętu komunikacyjnego¹².

Rys.1. Odsetek firm z sektorów niefinansowych zatrudniających co najmniej 10 pracowników, wykorzystujących systemy ERP i CRM (2019 r.)



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Eurostat, Digital Economy and Society Database.

¹⁰ M. Falk, ICT-linked firm reorganisation..., op. cit., s. 8.

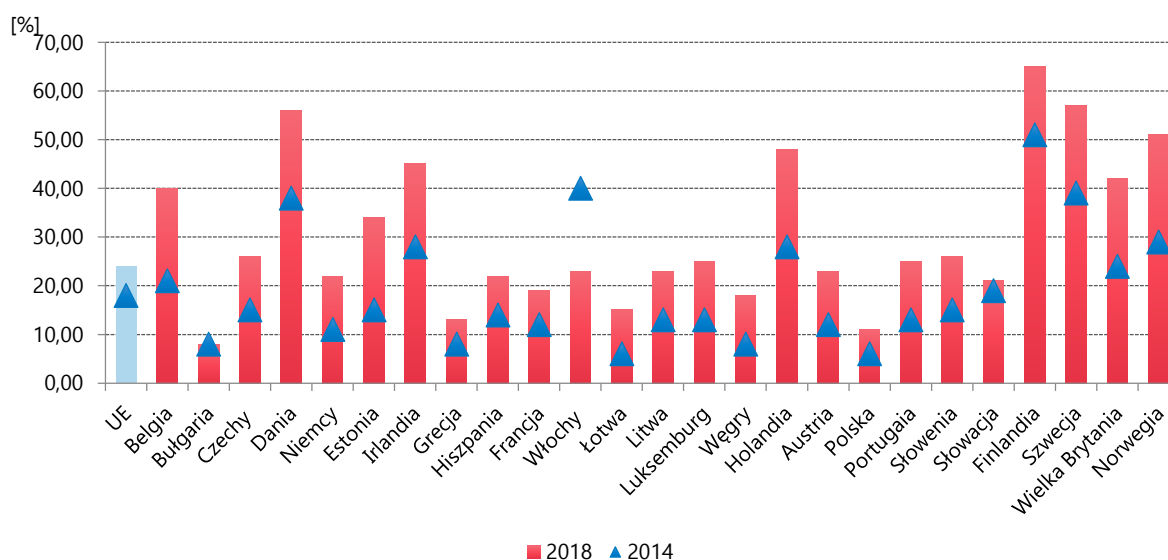
¹¹ D. Andrews, G. Nicoletti, C. Timiliotis, Digital technology diffusion:..., op.cit., s. 79.

¹² GUS, Społeczeństwo informacyjne w Polsce. Wyniki badań statystycznych z lat 2015 – 2019, Warszawa,

Odrębną od systemów ERP i CRM grupą technologii cyfrowych, także często wykorzystywanych w firmach, są usługi przetwarzania w chmurze obliczeniowej (z ang. *Cloud Computing, CC*). O ile oprogramowania ERP i CRM służą przede wszystkim wymianie informacji w organizacjach, to chmura obliczeniowa umożliwia firmom płatny dostęp do zasobów obliczeniowych (np. serwerów, baz danych, aplikacji, mocy obliczeniowej) przez internet. Takie rozwiązanie pozwala na uniknięcie ponoszenia kosztów związanych z budową oraz utrzymaniem niezbędnej infrastruktury informatycznej¹³.

Liczba przedsiębiorstw wykorzystujących chmurę obliczeniową dynamicznie rośnie (Rys. 2.). Podczas gdy w 2014 r. średnia wartość wskaźnika dla UE wynosiła 18%, to w 2018 r. była wyższa o 6 p.p. Dane wskazują jednak na duże zróżnicowanie w dyfuzji tej technologii między krajami. Tylko w nielicznych państwach w 2018 r. wartość miernika osiągnęła poziom ponad 50%. Wśród krajów, w których najmniej firm zadeklarowało wykorzystywanie usług przetwarzania w chmurze, znalazły się: Bułgaria (8%), Polska (11%), Grecja (13%) oraz Łotwa (15%).

Rys. 2. Odsetek firm z sektorów niefinansowych zatrudniających co najmniej 10 pracowników, wykorzystujących usługi przetwarzania w chmurze obliczeniowej (2014 i 2018 r.)



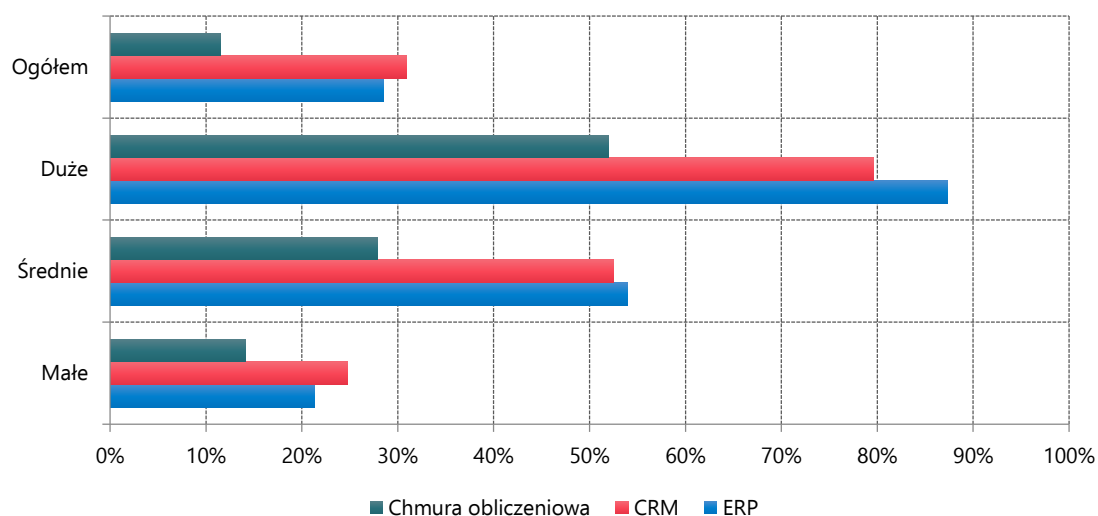
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Eurostat, *Digital Economy and Society Database*.

Jak podaje Główny Urząd Statystyczny, w Polsce w 2019 r., w porównaniu z rokiem poprzednim, odnotowano wzrost wskaźnika wykorzystania chmury obliczeniowej o 6 p. p. Podobnie jak w przypadku systemów ERP i CRM, tak i w odniesieniu do usług przetwarzania w chmurze, największy stopień dyfuzji tej technologii zaobserwowano w dużych firmach – w 2019 r. ponad połowa polskich przedsiębiorstw

¹³ Eurostat, *Cloud Computing – statistics on the use by enterprises*, Statistics explained, 2016, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Cloud_computing_statistics_on_the_use_by_enterprises. Dostęp z 17.05.2020.

zatrudniających ponad 250 pracowników zadeklarowała wykorzystywanie chmury obliczeniowej (Rys. 3.). Uwzględniając natomiast rodzaj prowadzonej działalności, technologia ta zyskała szczególnie dużą popularność w sektorze ICT (53,4%) oraz w działach związanych z naprawą i konserwacją komputerów oraz sprzętu komunikacyjnego (40,3%)¹⁴.

Rys. 3. Odsetek przedsiębiorstw w Polsce wykorzystujących chmurę obliczeniową oraz systemy CRM i ERP według klas wielkości (2019 r.)¹⁵



Źródło: GUS, Społeczeństwo informacyjne w Polsce. Wyniki badań statystycznych z lat 2015 – 2019.

Jak już wspomniano, dostęp do chmury obliczeniowej umożliwia firmom korzystanie z różnych usług za pośrednictwem internetu. Zgodnie z danymi Eurostatu, spośród przedsiębiorstw, które w 2018 r. użytkowały usługi przetwarzania w chmurze obliczeniowej, około 69% wykorzystywało tę technologię do obsługi poczty elektronicznej, 68% firm stosowało ją do przechowywania plików w formie elektronicznej, a około 53% wszystkich przedsiębiorstw za pośrednictwem chmury obliczeniowej użytkowało oprogramowanie biurowe (np. edytory tekstu i arkusze kalkulacyjne). Nieco mniej, bo 48% firm stosowało technologię do hostingu swoich własnych baz danych. Ponadto 23% przedsiębiorstw zadeklarowało korzystanie z zaawansowanych usług przetwarzania w chmurze dla pozyskania dodatkowej mocy obliczeniowej w celu uruchomienia własnych aplikacji biznesowych¹⁶.

¹⁴ GUS, Społeczeństwo informacyjne w Polsce. Wyniki badań statystycznych z lat 2015 – 2019, Warszawa, Szczecin, 2019, s. 102 – 103.

¹⁵ Małe firmy definiuje się jako te zatrudniające do 50 osób, średnie – od 50 do 250 osób, natomiast duże – powyżej 250 osób. Wyróżnia się także mikroprzedsiębiorstwa, gdzie zatrudnienie wynosi do 10 osób.

¹⁶ Eurostat, Cloud Computing – statistics..., op. cit.

W literaturze przedmiotu podkreśla się, iż jednym z kluczowych czynników, mającym wpływ na absorpcję nowoczesnych technologii, jest dostępność infrastruktury cyfrowej, a w szczególności powszechnie dostępnych sieci i usług komunikacyjnych. W dobie gospodarki cyfrowej fundamentalne znaczenie w kontekście efektywnego wdrażania i wykorzystywania nowoczesnych rozwiązań technologicznych ma dostęp do stabilnych i szybkich łączy internetu szerokopasmowego¹⁷. Wiele systemów i aplikacji wykorzystywanych obecnie w firmach nie mogłoby efektywnie działać, gdyby dostęp do sieci internetowych został ograniczony¹⁸. Dostęp do stabilnych i szybkich łączy internetowych stanowi podstawę cyfrowej gospodarki i społeczeństwa. Wiele aplikacji oraz systemów wykorzystywanych obecnie w firmach nie mogłoby efektywnie działać, gdyby dostęp do internetu został ograniczony. Biorąc pod uwagę cały czas rosnące ilości przesyłanych danych, upowszechnianie szybkich łączy internetowych¹⁹ jest niezbędne, aby móc w pełni wykorzystywać potencjał nowoczesnych technologii w zakresie poprawy wydajności²⁰. Mimo iż odsetek firm posiadających dostęp do szybkiego internetu cały czas rośnie, to jednak ciągle istnieje w tym względzie duże zróżnicowanie między poszczególnymi krajami. Przykładowo, w 2018 r. średnio co trzecie przedsiębiorstwo w Holandii i co szóste we Francji korzystało z szybkiego internetu (Rys. 4.).

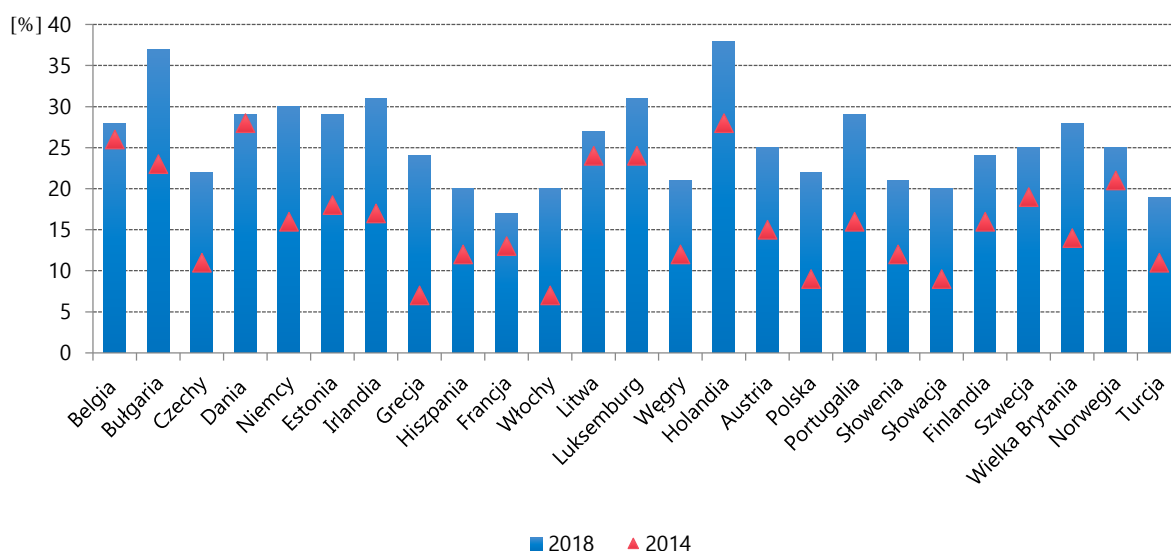
¹⁷ D. Andrews, G. Nicoletti, C. Timiliotis, Digital technology diffusion:..., op. cit., s. 20.

¹⁸ Mowa tu m. in. o systemach ERP i CRM oraz chmurze obliczeniowej.

¹⁹ Zgodnie z definicją Eurostatu poprzez szybkie łącza internetowe rozumie się łącza mobilne i stacjonarne o prędkości przesyłania danych co najmniej 30 Mb/s.

²⁰ D. Andrews, G. Nicoletti, C. Timiliotis, Digital technology diffusion: A matter of capabilities, incentives or both? *OECD Economics Department Working Papers*, Nr 1476, OECD Publishing, 2018, s. 20.

Rys. 4. Wykorzystanie szybkich łączy internetowych (o szybkości od 30 do 100 Mb/s) w wybranych krajach OECD21



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Eurostat, Digital Economy and Society Database.

Różnice w dostępie do łączy internetowych, będących czynnikami warunkującymi wykorzystanie i efektywne działanie wielu nowoczesnych rozwiązań technologicznych, tylko częściowo tłumaczą szeroką zmienność w zakresie wykorzystania ICT w różnych krajach i sektorach. Na wskaźniki absorpcji, poza dostępnością szybkiego internetu, wpływa również szereg czynników strukturalnych, wzmacniających pozytywne oddziaływanie, komplementarnych względem nowoczesnych technologii, kapitału ludzkiego oraz otoczenia biznesowego²²

1.2. Czynniki komplementarne względem technologii cyfrowych

Badania, w których rozważa się przede wszystkim inwestycje w zaawansowane technologie cyfrowe (np. systemy ERP i CRM oraz chmurę obliczeniową) wskazują, że wykorzystanie nowoczesnych rozwiązań w firmach (i sektorach) przyczynia się do optymalizacji procesów biznesowych, automatyzacji rutynowych, powtarzalnych czynności oraz znacznej redukcji kosztów interakcji z dostawcami i klientami²³. Podkreśla się przy tym, że wzrost produktywności na skutek digitalizacji nie następuje automatycznie. Zależy on, przede wszystkim, od kapitału organizacyjnego oraz umiejętności zarządczych

²¹ Dane odnoszą się do firm z sektorów niefinansowych, zatrudniających co najmniej 10 pracowników.

²² D. Andrews, G. Nicoletti, C. Timiliotis, Digital technology diffusion:..., op. cit., s. 21.

²³ A. Akerman, I. Gaarder, M. Mogstad, The Skill Complementarity of Broadband Internet, Discussion Paper, Nr 7762, IZA Institute for the Study of Labor, Bonn, 2013, s. 1 – 63.

kadry, a także zdolności do planowania i wdrażania inwestycji i innowacji komplementarnych względem nowoczesnych technologii. Ponadto, wzrost wydajności na skutek absorpcji nowoczesnych rozwiązań cyfrowych tak na poziomie firm, jak i sektorów, często materializuje się z pewnym opóźnieniem²⁴.

Osiągnięcie korzyści z digitalizacji wymaga bowiem wprowadzenia zmian dotyczących praktyk biznesowych, organizacji pracy, doskonalenia umiejętności oraz realokacji zasobów w ramach przedsiębiorstw, ale też całych sektorów. Zmiany te są często czasochłonne i wiążą się z kosztami dostosowań, co w efekcie może skutkować opóźnieniami w materializacji efektów w postaci poprawy wydajności²⁵. Stąd też, w literaturze przedmiotu wiele uwagi poświęca się czynnikom uzupełniającym technologie cyfrowe. Wskazuje się na komplementarność niektórych typów technologii, ale także podkreśla się szczególnie w procesie przyjmowania ICT rolę inwestycji w kapitał niematerialny, w szczególności umiejętności pracowników, oraz polityk stwarzających warunki sprzyjające promowaniu konkurencji oraz efektywnej realokacji zasobów. Jak zaznacza OECD w jednym ze swoich raportów, niedostatki tych komplementarnych czynników mogą wyjaśniać różnice w dyfuzji nowoczesnych technologii oraz mogą stanowić przyczynę niższych niż oczekiwane wzrostów wydajności²⁶.

W debacie nad czynnikami uzupełniającymi technologie cyfrowe ważną rolę przypisuje się **kapitałowi ludzkiemu**. Trwająca transformacja cyfrowa zmienia bowiem sposób wykonywania pracy i jej naturę oraz implikuje ogromne zmiany w popycie na umiejętności²⁷. O ile zapotrzebowanie na kompetencje substytucyjne względem nowoczesnych technologii drastycznie spadło, to popyt na umiejętności uzupełniające ICT utrzymuje się cały czas na bardzo wysokim poziomie. OECD podkreśla, iż umiejętności komplementarnych względem technologii cyfrowych nie należy utożsamiać z takimi, które są związane ze zdolnością do ich efektywnego użytkowania. Są to raczej kompetencje niezbędne do wykonywania pracy w nowym środowisku kształtowanym przez technologię²⁸.

W dobie dynamicznych zmian w obszarze ICT szczególnie istotne znaczenie mają **szkolenia w miejscach pracy**. Pozwalają one bowiem zapobiec deprecjacji i zanikaniu konkretnych umiejętności. Kształtują także swego rodzaju odporność siły roboczej w ciągle zmieniającym się środowisku²⁹. Zwłaszcza nisko wykwalifikowani pracownicy, wykonujący zawody o większym stopniu rutynowości, a tym samym większym prawdopodobieństwie automatyzacji, stają przed koniecznością podnoszenia kwalifikacji, bądź też zupełnego przekwalifikowania. Z drugiej strony, osoby o wysokich kwalifikacjach mogą osiągać relatywnie więcej korzyści z zachodzących zmian technologicznych. Wynika to przede wszystkim z

²⁴ Digital dividend: Policies to harness..., op. cit., s. 9.

²⁵ E. Brynjolfsson, D. Rock, C. Syverson, The productivity J-curve: How intangibles complement general purpose technologies?, *NBER Working Paper*, Nr 25148, 2018, s. 32 – 33.

²⁶ OECD, *OECD Economic Outlook 2019*, Nr 105, OECD Publishing, 2019, s. 67.

²⁷ R. Grundke et al., Which skills for the digital era? Returns to skills analysis, *OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2018/09*, s. 6 – 8.

²⁸ Skills for a Digital World: 2016 Ministerial Meeting on the Digital Economy Background Report, *OECD Digital Economy Papers*, Nr 250, OECD Publishing, 2016, s. 9.

²⁹ Ibidem, s. 24.

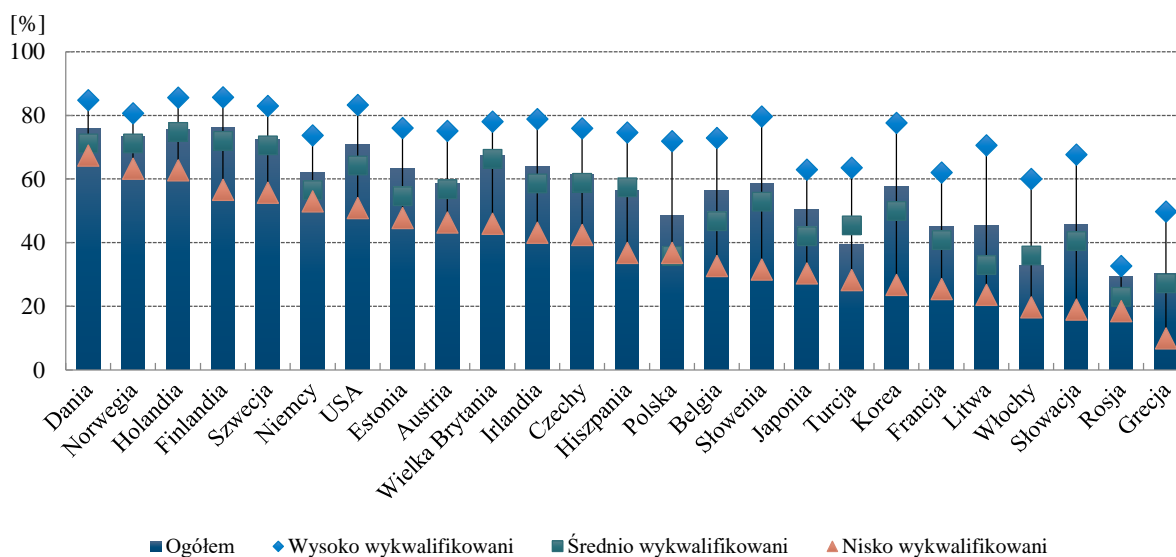
faktu, że posiadane przez nich umiejętności mogą być z powodzeniem wykorzystywane na innych stanowiskach. Są też często w większym stopniu komplementarne względem ICT niż kompetencje nisko wykwalifikowanych³⁰.

Osoby o najniższych kwalifikacjach jednak znacznie rzadziej niż średnio i wysoko wykwalifikowani uczestniczą w szkoleniach w miejscach pracy (Rys. 5.). Dysproporcje są szczególnie duże w krajach takich jak: Korea, Słowenia, Słowacja czy Turcja. Taki stan rzeczy można częściowo wytłumaczyć istnieniem barier utrudniających osobom o niskich kwalifikacjach uczestnictwo w kształceniu. Do barier tych zalicza się przede wszystkim brak podstawowych umiejętności niezbędnych do wejścia na rynek, ale także niski poziom motywacji i ograniczenia czasowe³¹.

³⁰ OECD, *Going Digital: Shaping Policies...*, op. cit., s. 91.

³¹ *Ibidem*.

Rys.5. Pracownicy uczestniczący w szkoleniach firmowych (według poziomu umiejętności) jako odsetek pracowników w każdej kategorii (2012 r. lub 2015 r.)

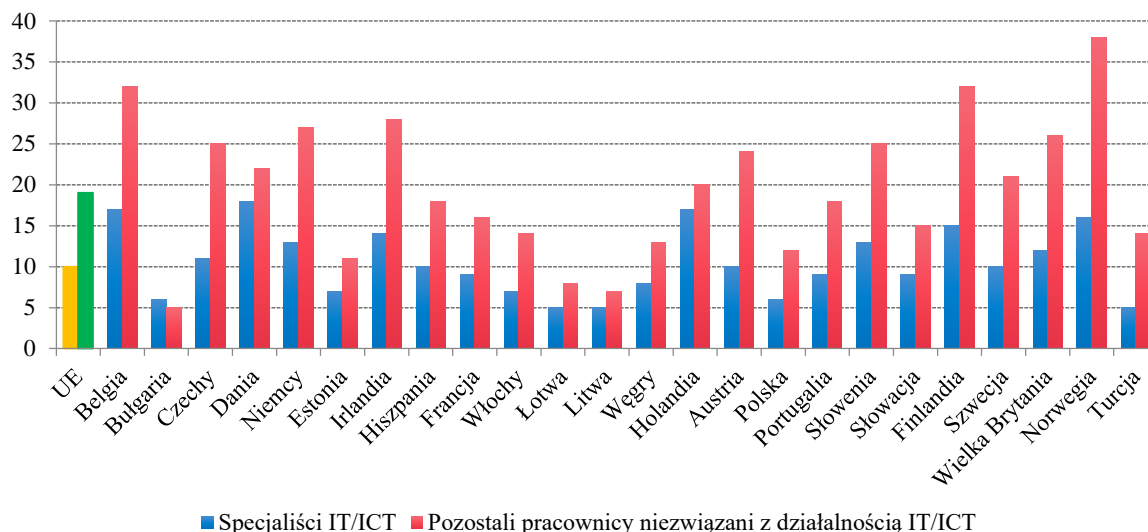


Źródło: OECD 2019, *Measuring the digital transformation*, <https://dx.doi.org/10.1787/9789264311992-en>.

Nie tylko podnoszenie poziomu ogólnych umiejętności, ale przede wszystkim rozwijanie tych związanych z wykorzystywaniem ICT mają istotne znaczenie w dobie gospodarki cyfrowej. Korzyści ze specjalistycznych szkoleń mogą być szczególnie duże szczególnie wówczas, gdy zostaną skierowane do osób, które na co dzień nie wykonują zawodów związanych bezpośrednio z nowoczesnymi technologiami³². W 2018 r. w większości krajów firmy częściej oferowały szkolenia z zakresu ICT pracownikom, którzy nie specjalizują się w działalności związanej z technologiami cyfrowymi niż tym, którzy na co dzień pracują w branży IT/ICT (Rys. 6.). Niemniej, istnieją w tym względzie duże dysproporcje między poszczególnymi państwami. Podczas gdy wskaźniki dla Norwegii, Finlandii czy Belgii były o kilkanaście punktów procentowych wyższe niż średnia dla UE, to w krajach takich jak Bułgaria, Litwa, Łotwa czy Polska odnotowane wartości były zaskakująco niskie (odpowiednio 5%, 7%, 8%, 12%).

³² D. Andrews, G. Nicoletti, C. Timiliotis, *Digital technology diffusion:..., op.cit., s. 79.*

Rys. 6. Odsetek firm z sektorów niefinansowych zatrudniających co najmniej 10 pracowników, oferujących szkolenia w zakresie ICT dla swoich pracowników (2018 r.)

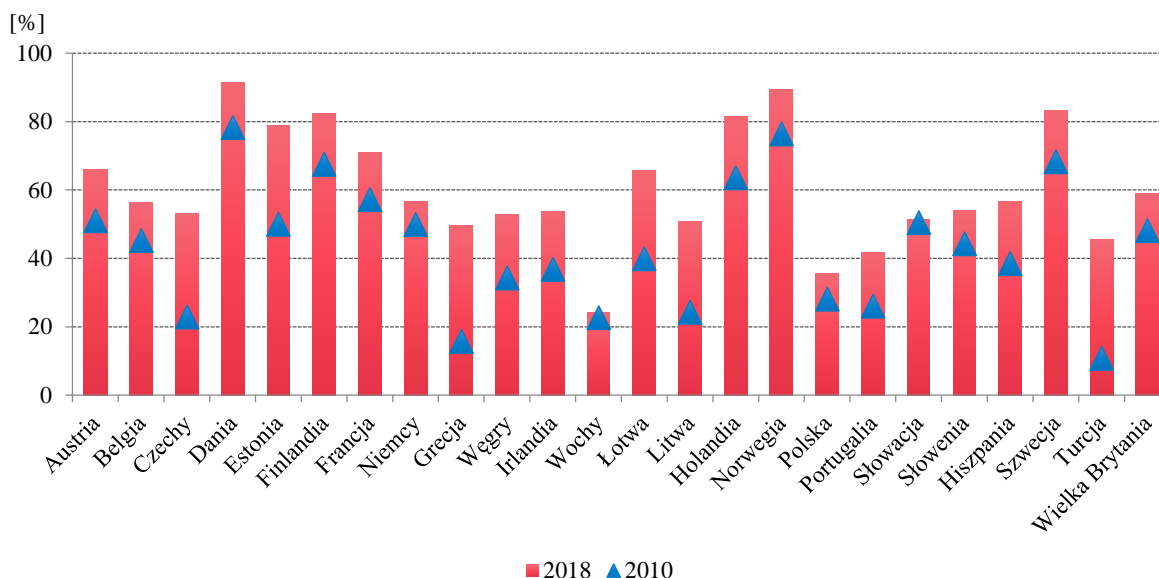


Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Eurostat.

Ekspozycja społeczeństwa na technologie cyfrowe i ich wykorzystanie w codziennym życiu jest, obok szkoleń, ważnym czynnikiem wspomagającym przyjmowanie ICT³³. Obcowanie z nowoczesnymi technologiami może ułatwiać adaptację do nowych warunków, które są skutkiem dynamicznie zachodzących przemian technologicznych. Obecnie coraz więcej osób wykorzystuje internet nie tylko do pracy i rozrywki, ale także chociażby w celu umawiania wizyt lekarskich, czy też załatwiania różnych spraw urzędowych. Przykładowo, w 2018 r. w Danii i Norwegii około 90% osób w wieku 16–74 lata zadeklarowało wykorzystywanie internetu w celu odwiedzania rządowych lub samorządowych stron internetowych lub kontaktu z organami administracji publicznej (Rys. 7.). Z drugiej strony, w wielu krajach wskaźnik ten utrzymywał się na relatywnie niskim poziomie. Najniższe wartości odnotowano dla Włoch (24%), Polski (35%) oraz Portugalii (42%).

³³ Ibidem, s. 18 – 45.

Rys. 7. Odsetek osób w wieku 16–74 lata wykorzystujących internet do interakcji z organami administracji publicznej (2010 r. i 2018 r.)



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych OECD.

Dynamiczne zmiany w obszarze nowoczesnych technologii wpływają na strukturę popytu na umiejętności pracowników, ale wymagają także zdolności do szybkiego dostosowywania procesów biznesowych i podejmowania decyzji w środowisku kształtowanym przez ICT. W tym kontekście szczególną rolę przypisuje się umiejętnościom managerskim, które stanowią ważny czynnik komplementarny względem technologii cyfrowych³⁴. OECD wskazuje, iż jakość praktyk managerskich w firmach determinuje sposób wykorzystania potencjału pracowników oraz ich kompetencji. W szczególności podkreśla się, iż zastosowanie tzw. wysokowydajnych metod pracy (z ang. *High Performance Work Practices, HPWP*)³⁵ skutkuje efektywniejszym wykorzystaniem zasobów umiejętności pracowników oraz prowadzi do wzrostu produktywności wewnątrz organizacji³⁶.

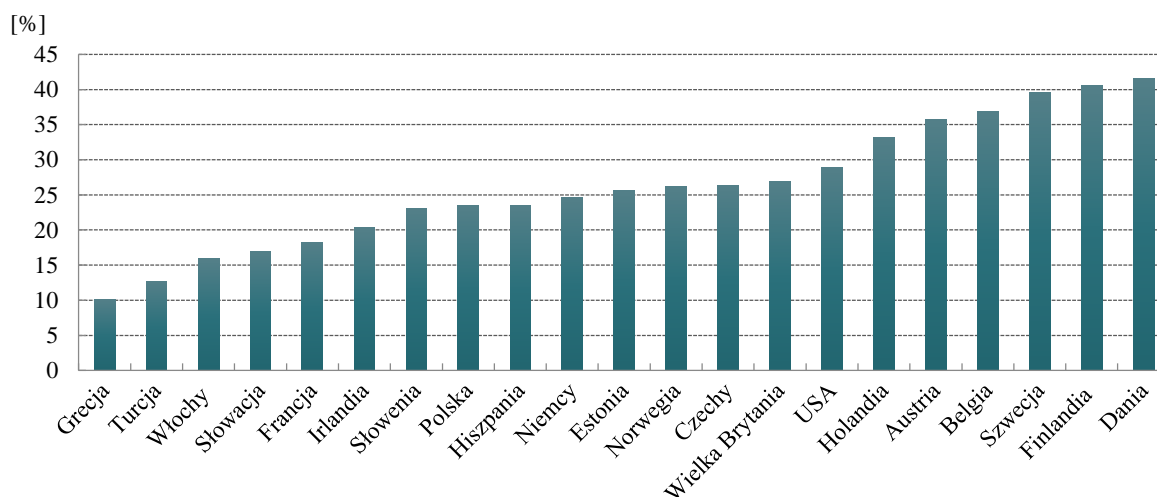
Porównując wartości wskaźnika HPWP między krajami, można łatwo zaobserwować duże zróżnicowanie (Rys. 8). W czołówce państw, w których wysokowydajne praktyki pracy są najszerzej rozpowszechnione, znajdują się kraje nordyckie – Dania (42%), Finlandia (41%) oraz Szwecja (40%). Ranking zamykają natomiast Włochy (16%), Turcja (13%) i Grecja (10%).

³⁴ Ibidem.

³⁵ HPWP obejmują zarówno aspekt związany z organizacją pracy (pracę zespołową, autonomię, podział zadań, mentoring, rotację stanowisk, wdrażanie najnowszych osiągnięć nauki) oraz praktykami managerskimi (partycypacją pracowników, wynagrodzeniami motywacyjnymi, praktykami szkoleniowymi oraz elastycznością godzin pracy). Źródło: OECD Employment Outlook 2016.

³⁶ OECD, OECD Employment Outlook 2016, OECD Publishing, 2016, s. 79.

Rys. 8. Odsetek zawodów, w których stosuje się wysokowydajne praktyki pracy (HPWP)

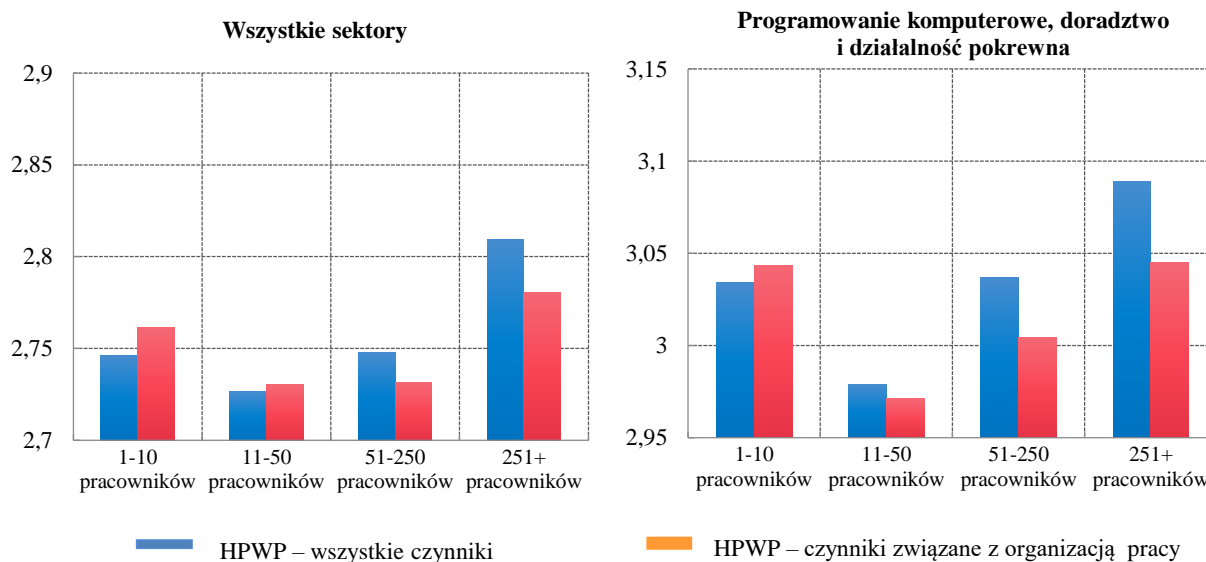


Źródło: OECD Survey of Adult Skills (PIAAC).

Analiza rozkładu wartości wskaźnika HPWP z uwzględnieniem wielkości przedsiębiorstw także dostarcza ciekawych wniosków. Zgodnie z danymi zaprezentowanymi na Rys. 9., wielkość firm przyjmuje kształt zbliżony do litery "U" – wysokowydajne praktyki pracy są najbardziej rozpowszechnione w dużych organizacjach, zatrudniających powyżej 250 osób. Co ciekawe, mikroprzedsiębiorstwa (1 – 10 pracowników) stosują określone praktyki managerskie i te związane z organizacją pracy częściej niż małe (11 – 50 pracowników) i średnie (51 – 250 pracowników) firmy. Przyjmowane HPWP w małych jednostkach może być celowym wyborem *start-upów* rozpoczynających swoją działalność w obszarach związanych z programowaniem komputerowym (prawy panel Rys. 10.) lub koniecznością w bardziej tradycyjnych sektorach, w których pracownicy małych firm muszą zachować elastyczność czasu pracy i wykonywania zadań. Co więcej, kształt litery "U" zdaje się bardziej wyraźny, jeżeli bierze się pod uwagę tylko jedną składową wskaźnika HPWP, tę dotyczącą praktyk organizacji pracy. Może to wynikać z faktu, iż małym przedsiębiorstwom często brakuje odpowiednich środków, aby móc finansować systemy wynagradzania pracowników za osiągnięte przez nich wyniki czy też zapewniać szkolenia zawodowe³⁷.

³⁷ Ibidem, s. 81 – 82.

Rys. 9. Średnia wartość wskaźnika HPWP według klas wielkości firm³⁸



Źródło: Survey of Adult Skills (PIAAC) 2012, 2015; <http://dx.doi.org/10.1787/888933384638>.

1.3. Czynniki strukturalne a dyfuzja ICT

Regulacje rynkowe wpływają na kształt otoczenia biznesowego firm oraz determinują sposób ich funkcjonowania w danych warunkach. Dynamicznie zachodzące zmiany w obszarze technologii cyfrowych wymagają dostosowania polityk strukturalnych w taki sposób, aby – z jednej strony – zredukować bariery w przyjmowaniu ICT przez przedsiębiorstwa, z drugiej zaś – wykorzystać w pełni potencjał nowoczesnych technologii w kontekście zwiększania wydajności.

Jednym z istotnych czynników wpływających na kształt otoczenia biznesowego oraz warunkującym zdolność do wdrażania i wykorzystywania najnowszych osiągnięć technologicznych jest potencjał innowacyjny kraju. Innowacje stymulują tworzenie miejsc pracy, produktywność oraz zrównoważony wzrost i rozwój. W szczególności innowacje cyfrowe stanowią siłę napędową transformacji cyfrowej, prowadząc do radykalnych zmian w sposobach interakcji, tworzenia, produkcji i konsumpcji dóbr i usług. Co więcej, stwarzają także warunki do wprowadzania nowych modeli biznesowych i powstawania nowych rynków. Mogą także zwiększać wydajność w sektorze publicznym i poza nim³⁹.

³⁸ Przedstawiony wskaźnik HPWP jest skalą sumaryczną następujących komponentów: powtarzalności wykonywanych zadań, szybkości pracy, sposobu wykonywania pracy, współpracy z członkami zespołu, instruowania i uczenia współpracowników, dzielenia się informacjami ze współpracownikami, organizacji własnego czasu, planowania własnych zadań, praktyk managerskich.

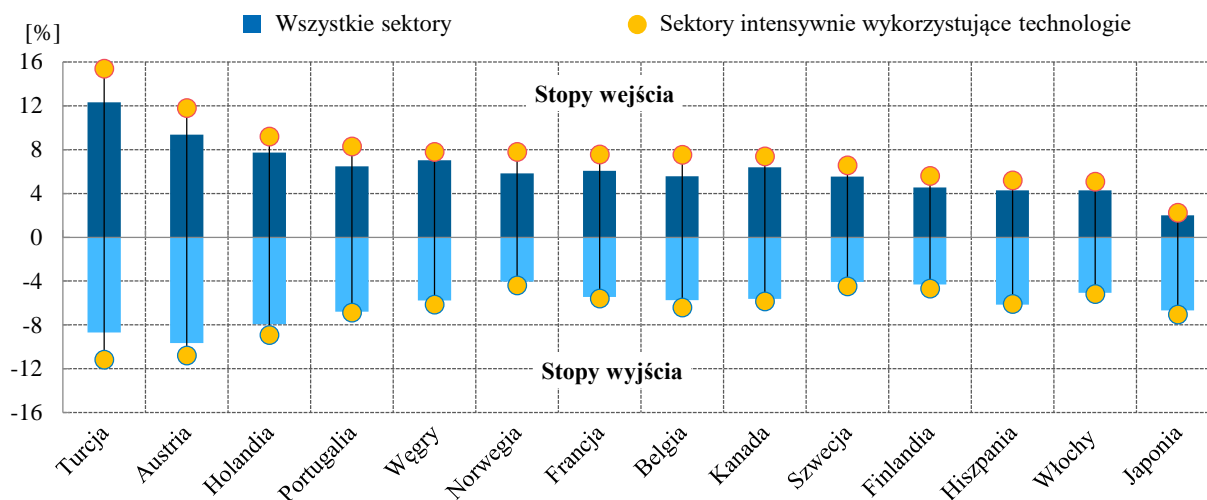
³⁹ Ibidem, s. 68.

Ważną rolę w procesie tworzenia innowacji przypisuje się młodym firmom (tzw. *start-upom*), wchodzącym na rynek. Jednostki te tworzą, nieproporcjonalnie dużą w stosunku do swojej wielkości, liczbę miejsc pracy i stanowią podstawę wzrostu gospodarczego. Dodatkowo, wysoki odsetek młodych firm w gospodarce wpływa na efektywniejsze wykorzystanie zasobów i stymuluje produktywność. Nowi uczestnicy rynku mogą także napędzać innowacje cyfrowe. Niemal we wszystkich krajach OECD w sektorach intensywnie wykorzystujących nowoczesne technologie, takich jak sektor ICT, odsetek młodych firm jest większy niż w pozostałych branżach⁴⁰. Sektory intensywnie wykorzystujące technologie cyfrowe cechują także wyższe niż średnie dla całego rynku stopy wejść i wyjść (Rys. 10.). Wysoka dynamika biznesowa w tych sektorach jest prawdopodobnie następstwem rozpowszechniania się technologii cyfrowych i związanym z tym pojawianiem się nowych aplikacji i modeli biznesowych. Trend ten jest również zgodny z faktem, iż sektory intensywnie wykorzystujące ICT cechują m. in. niższe bariery wejścia, szerszy przepływ informacji oraz łatwiejszy dostęp do rynków. Wszystkie te czynniki stanowią zachęty i stwarzają warunki do eksperymentowania⁴¹.

⁴⁰ Ibidem.

⁴¹ OECD, *Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future*, OECD Publishing, 2019, s. 152.

Rys. 10. Średnie stopy wejść i wyjść z rynku (1998 – 2015 r.)

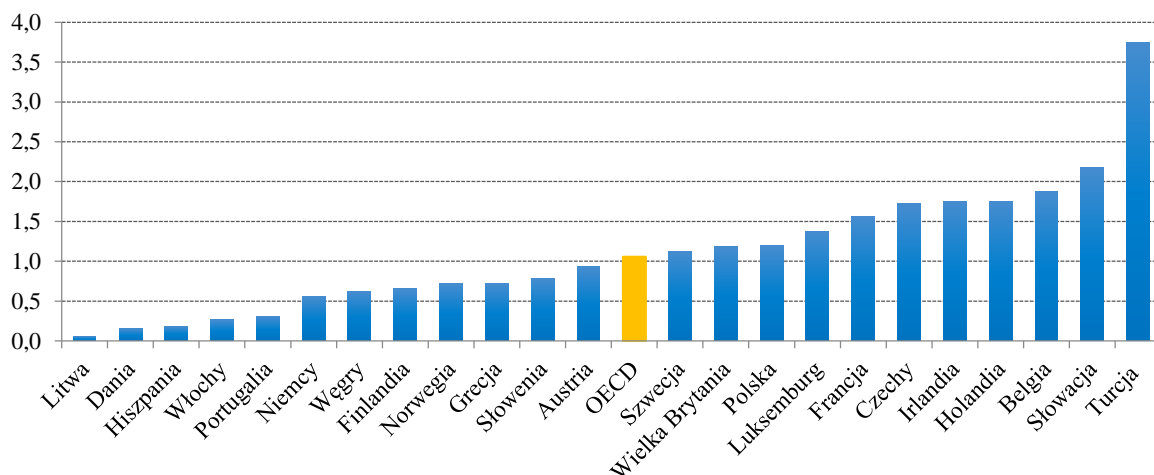


Źródło: OECD 2019, Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future; <https://doi.org/10.1787/888933930364>.

Określone regulacje prawne mogą ograniczać wchodzenie na rynek nowych firm, odpowiedzialnych za stymulowanie konkurencji, innowacji oraz dyfuzji technologii w całej gospodarce. W szczególności, jak wskazuje OECD, przepisy nakazujące istnienie fizycznych siedzib firm oraz wymagające minimalnej skali produkcji mogą utrudniać wejście na rynek podmiotów działających w sektorze usług cyfrowych⁴². Rozpatrując poziom wskaźnika barier administracyjnych dla *start-upów* w różnych krajach łatwo dostrzec znaczące dysproporcje (Rys. 11.). W czołówce krajów, w których najłatwiej jest zacząć własną działalność, znajdują się Litwa, Dania oraz Hiszpania. Największe obostrzenia w kontekście wchodzenia nowych podmiotów na rynek cechują natomiast rynki w Belgii, Słowacji oraz Turcji.

⁴² OECD, Going Digital: Shaping Policies..., op. cit., s. 69.

Rys. 11. Poziom barier administracyjnych dla *start-upów*⁴³



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z bazy OECD 2018 PMR database.

OECD w jednym ze swoich raportów podkreśla, iż w ostatnich latach nastąpił spadek wskaźników przedsiębiorczości w krajach członkowskich. Jest to szczególnie niepokojące, biorąc pod uwagę, że niższa dynamika biznesowa powoduje osłabienie bodźców do prowadzenia działań innowacyjnych przez firmy już obecne na rynku, co w rezultacie przekłada się na obniżenie łącznej wydajności⁴⁴. Szacuje się, iż obecnie jedynie 5% *start-upów* wchodzących na rynek utrzymuje się na nim i wprowadza innowacje. Czynnikiem krytycznym, pozwalającym na wzrost młodych firm, jest dostęp do źródeł finansowania. Odpowiednio duży kapitał finansowy pozwala bowiem *start-upom* na rozszerzanie działalności oraz ciągłą poprawę wydajności, rzutującą na wyniki w skali całej gospodarki⁴⁵.

Finansowanie kapitałem własnym jest jedną z najpopularniejszych form finansowania działalności podmiotów rozpoczynających działalność we wszystkich krajach OECD. W pierwszej połowie 2018 r. *start-upy* przyciągnęły 12% wszystkich światowych inwestycji na niepublicznym rynku kapitałowym. Przepisy dotyczące podatku od osób prawnych traktują jednak kapitał własny oraz inne tego typu formy finansowania mniej preferencyjnie niż finansowanie dłużne⁴⁶. W tym kontekście szczególnie istotny dla młodych firm zdaje się dostęp do kapitału podwyższonego ryzyka, tzw. *venture capital*. Inwestorzy na rynkach *venture capital* mogą bowiem pomóc w zlikwidowaniu luki finansowej wynikającej z faktu, że młodym firmom często brakuje funduszy wewnętrznych oraz udokumentowanych osiągnięć w zakresie sygnalizowania ich jakości inwestorom⁴⁷.

Mimo iż inwestycje *venture capital* obejmują mniej niż 1% firm, to jednak rynek kapitału podwyższonego ryzyka dynamicznie się rozwija (Rys. 12.). W wielu krajach, takich jak Polska, Irlandia czy Stany

⁴³ Na wykresie przedstawiono dane dla składowej wskaźnika *Product Market Regulation 2018 (PMR 2018)*, dotyczącej barier administracyjnych dla *start-upów*.

⁴⁴ Ibidem.

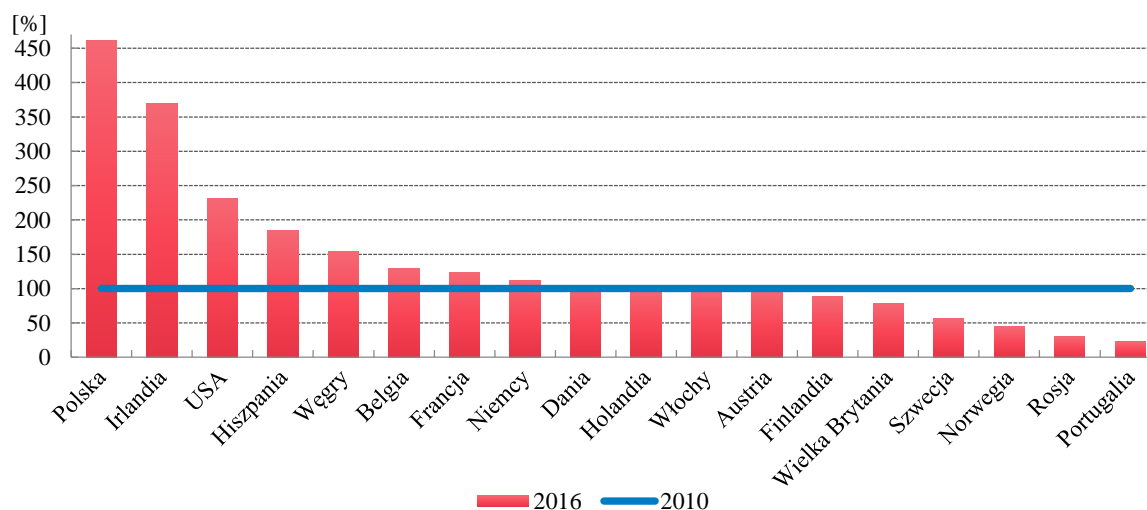
⁴⁵ Ibidem.

⁴⁶ Ibidem.

⁴⁷ Ibidem, s. 69 – 70.

Zjednoczone, udział inwestycji *venture capital* w PKB w 2016 r. był kilkakrotnie wyższy niż w roku 2010. Z drugiej strony, w bogatych krajach nordyckich oraz Wielkiej Brytanii, Rosji i Portugalii udział finansowania kapitałem podwyższonego ryzyka w PKB znacznie zmalał w czasie.

Rys. 12. Procentowy udział inwestycji *venture capital* w PKB (2010 = 100)



Źródło: OECD, *Entrepreneurship at a Glance 2017*, <http://dx.doi.org/10.1787/888933564785>.

Obok sprzyjającego rozwojowi nowych firm otoczenia prawnego oraz dostępności zdywersyfikowanych źródeł finansowania, istotną rolę w procesie dyfuzji i wykorzystywania technologii cyfrowych pełni baza naukowa. Innowacje cyfrowe polegają bowiem na ciągłym budowaniu zasobów wiedzy, a ich pojawienie się lub też nie, zależy od intensywności badań naukowych i technologicznych. Jak podkreśla OECD, szczególną rolę we wspieraniu rozwoju zaplecza naukowego krajów odgrywa sektor publiczny⁴⁸, którego rolą jest ustanawianie zachęt i bodźców do podejmowania przez firmy działalności badawczo-rozwojowej (z ang. *Research and Development, R&D*). Instrumentem, poprzez który decydenci polityczni mogą wpływać na decyzje przedsiębiorstw o podejmowaniu działań innowacyjnych, jest system podatkowy. Przejrzystość regulacji podatkowych oraz wysokość obciążeń są ważnymi czynnikami, które determinują wybory firm dotyczące lokowania inwestycji w kraju lub za granicą⁴⁹. Badania pokazują także, iż zachęty w postaci ulg fiskalnych na badania i rozwój wpływają pozytywnie na dyfuzję technologii cyfrowych⁵⁰. W 2017 r. wśród państw, w których pośrednie wsparcie rządowe poprzez ulgi podatkowe na R&D w relacji do PKB było największe, znalazły się Belgia (0,29%), Francja (0,28%) oraz Wielka Brytania (0,21%). Ranking zamykają natomiast Słowacja (0,0089%), Polska (0,0052%) oraz Łotwa (0,0028%). Warto zaznaczyć, iż duże zróżnicowanie systemów i stawek podatkowych jest postrzegane jako zjawisko niekorzystne. OECD wskazuje, iż wysoki stopień dywersyfikacji

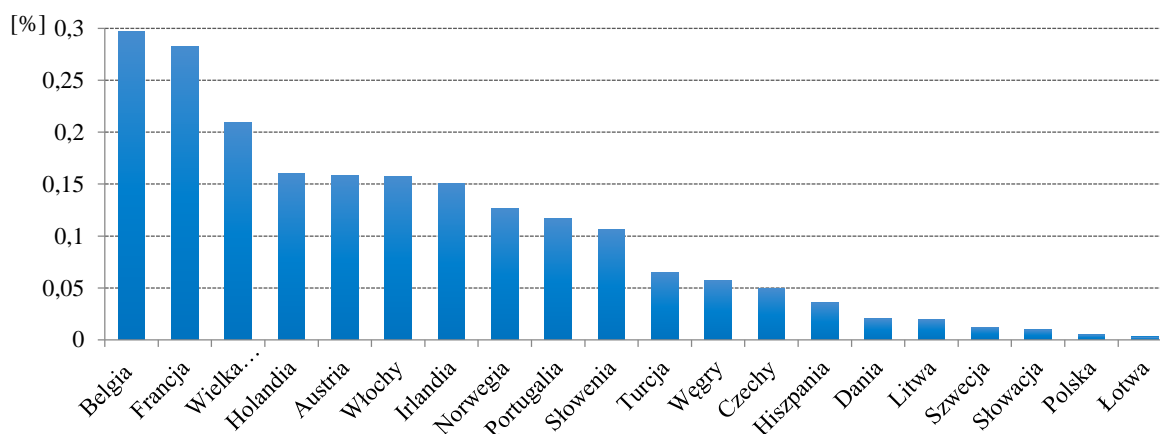
⁴⁸ Ibidem, s. 70 – 71.

⁴⁹ Ibidem, s. 141.

⁵⁰ D. Andrews, G. Nicoletti, C. Timiliotis, *Digital technology diffusion:..., op.cit.*, s. 15 – 43.

fiskalnej może zakłócać konkurencję między gospodarkami i prowadzić do nieefektywnej alokacji zasobów⁵¹.

Rys. 13. Pośrednie wsparcie rządowe poprzez ulgi podatkowe na badania i rozwój, wyrażone jako procent PKB (2017 r.)



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z bazy OECD.Stat.

W dobie dynamicznie zmieniającego się otoczenia technologicznego oraz postępującej globalizacji coraz większą uwagę zwraca się także na kwestię ochrony praw własności intelektualnej. Termin ten odnosi się do cesji praw własności poprzez patenty, prawa autorskie i znaki handlowe. Prawo do własności intelektualnej pozwala posiadaczowi skorzystać z monopolu na użytkowanie przedmiotu przez określony czas. W szczególności, jak wskazuje OECD, *"ograniczając imitację i powielanie, przyznaje się posiadaczowi władzę monopolistyczną, ale koszty społeczne monopolu mogą zostać zrekomensowane korzyściami społecznymi wynikającymi z wyższego poziomu działalności twórczej, do której skłania osiągnięcie zysków monopolistycznych"*⁵². W istocie prawo do własności intelektualnej zachęca do podejmowania działań innowacyjnych. Stanowi także bodziec dla firm i osób prywatnych do inwestowania w innowacje oraz do ich ekonomicznego wykorzystywania. Jest też zachętą do transferu wiedzy dla uniwersytetów i ośrodków badawczych. Co więcej, prawo do własności intelektualnej wpływa także na sposób, w jaki firmy i osoby prywatne mogą uzyskiwać dostęp do istniejącej wiedzy i wykorzystywać ją na preferencyjnych warunkach⁵³.

Na Rys. 14. przedstawiono wartości subkomponentu wskaźnika *Global Competitiveness Index (GCI)*, dotyczącego ochrony wartości intelektualnej w 21 wybranych krajach. Miernik przyjmuje wartości od 1 do 7, przy czym jego wzrost odpowiada rosnącemu poziomowi ochrony. Dane wskazują, iż własność

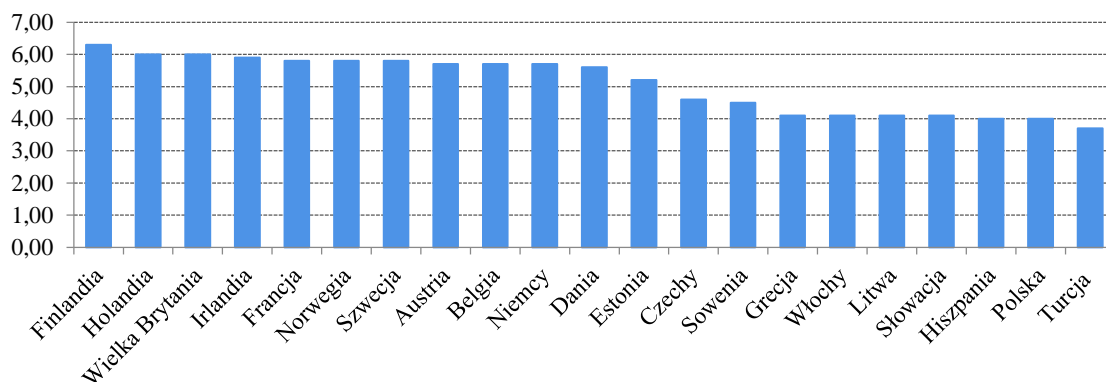
⁵¹ OECD, *Going Digital: Shaping Policies...*, op. cit., s. 141.

⁵² OECD, *Glossary of industrial organisation economics and competition Law*, Organisation for Economic, 1993, s. 49.

⁵³ OECD, *Going Digital: Shaping Policies...*, op. cit., s. 74.

intelektualna jest szczególnie silnie chroniona w bogatych państwach zachodnich – Finlandii (6,3), Holandii (6) oraz Wielkiej Brytanii (6). Dużo gorzej sytuacja przedstawia się natomiast w krajach takich jak Hiszpania (4), Polska (4) czy Turcja (3,7).

Rys. 14. Poziom ochrony własności intelektualnej w wybranych krajach⁵⁴



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych World Economic Forum (WEF).

OECD podkreśla, iż regulacje dotyczące ochrony praw własności intelektualnej są kluczowym elementem polityki dotyczącej innowacji. Stworzenie systemu uwzględniającego różne cele oraz ograniczenia prawne i ekonomiczne, a także zapewnienie równowagi między promowaniem innowacji i kreatywności oraz rozpowszechnianiem pomysłów i wiedzy leżącej u ich podstaw jest dużym wyzwaniem, warunkującym efektywne wdrażanie i wykorzystanie najnowszych osiągnięć nauki⁵⁵.

⁵⁴ Dane potrzebne do stworzenia wskaźnika pochodzą z ankiet, w których zadaje się pytanie: "W jakim stopniu w twoim kraju chroniona jest własność intelektualna?". Respondenci wskazują wartości od 1 (wcale) do 7 (w doskonałym stopniu). W rankingu znajduje się 140 krajów z całego świata; wskaźnik jest średnią ważoną wartości dla lat 2014 – 2015.

⁵⁵ Ibidem.

II. CZYNNIKI STRUKTURALNE A ABSORPCJA ICT – UJĘCIE EMPIRYCZNE

Kluczem do efektywnej absorpcji oraz pełnego wykorzystania potencjału, jaki wykazują nowoczesne technologie w kontekście poprawy wyników ekonomicznych, jest rozpoznanie czynników stymulujących ich przyjmowanie. W niniejszej części, wykorzystując ekonometryczne podejście zaproponowane przez Andrewsa i in.⁵⁶, dokonano empirycznej analizy znaczenia wybranych czynników. Analizę rozpoczęto od przedstawienia podstawowej specyfikacji modelu oraz opisu wykorzystanych zmiennych. W dalszej kolejności przedstawione i omówione zostały wyniki szeregu regresji. Rozważania kończy krótkie podsumowanie oraz rekomendacje co do kierunku dalszych badań.

2.1. Podejście empiryczne

Jak już wspomniano, badania nad czynnikami determinującymi przyjmowanie i wykorzystywanie konkretnych typów technologii są cały czas we wczesnej fazie rozwoju. Istotnym ograniczeniem w tej kwestii jest niewątpliwie brak wystarczająco długich szeregów porównywalnych danych, przede wszystkim w odniesieniu do czynników mogących potencjalnie oddziaływać na efektywną absorpcję. Jedyną, jak do tej pory, analizą obejmującą stosunkowo dużą liczbę krajów i skupiającą się na określeniu bodźców do wdrażania usług przetwarzania w chmurze oraz systemów ERP i CRM jest wielokrotnie przytaczane w niniejszej pracy badanie autorstwa Andrewsa i in.⁵⁷. Autorzy, wykorzystując ekonometryczne podejście zapoczątkowane przez Rajana i Zingalesa⁵⁸, analizują wzajemne relacje między szeregiem czynników strukturalnych a stopami absorpcji nowoczesnych technologii na poziomie sektorowym. Biorąc pod uwagę innowacyjność i kompleksowość podejścia Andrewsa i in. do oceny roli kapitału ludzkiego, organizacyjnego oraz zachęt rynkowych w przyjmowaniu ICT, zdecydowano się na odwzorowanie tego badania w niniejszej pracy. W celu rozszerzenia analizy postanowiono jednak włączyć do niej trzy dodatkowe zmienne, które mogą okazać się istotne w wyjaśnianiu zmienności dyfuzji nowoczesnych technologii. Te zmienne to: wskaźnik mierzący zdolność krajów do przyciągania talentów, wskaźnik poziomu ochrony własności intelektualnej w danym kraju oraz miernik intensywności konkurencji na lokalnych rynkach krajowych. Oczekuje się, iż wszystkie te zmienne będą pozytywnie wpływały na stopy absorpcji rozważanych technologii.

Punktem wyjścia do przeprowadzenia analizy jest równanie regresji, które pozwala na połączenie danych na temat absorpcji na poziomie sektorów⁵⁹ przemysłowych w krajach OECD, z danymi

⁵⁶ Ibidem, s. 1 – 80.

⁵⁷ Ibidem.

⁵⁸ R. G. Rajan, L. Zingales, Financial dependence and growth, *American Economic Review*, T. 88, 1998,

s. 559 – 586.

⁵⁹ Pełna lista sektorów objętych badaniem znajduje się w Załączniku 3.

odnoszącymi się do kapitału ludzkiego i organizacyjnego oraz otoczenia biznesowego, które w znakomitej większości są dostępne na poziomie krajowym. Podstawowa specyfikacja przyjmuje następującą postać:

$$Abs_rate_{c,s}^i = \alpha + \beta_1 high_speed_{c,s} + \beta_2 X_c \times Exp_var_s + u_c + u_s + \varepsilon_{c,s}^{60}$$

gdzie:

- $Abs_rate_{c,s}^i$ – oznacza odsetek firm w kraju c i sektorze s , zatrudniających co najmniej 10 pracowników i wykorzystujących technologię i (średnia dla lat 2012 – 2018⁶¹), gdzie t to: technologia przetwarzania danych w chmurze (CC); systemy ERP i CRM

- $high_speed_{c,s}$ – odnosi się do odsetka firm w kraju c i sektorze s , zatrudniających co najmniej 10 pracowników i posiadających dostęp do szybkich łączów internetowych (od 30 do 100 Mb/s); średnia dla lat 2014 – 2018

- X_c – oznacza różne czynniki odnoszące się do kapitału ludzkiego, organizacyjnego (I grupa zmiennych) i otoczenia biznesowego (II grupa zmiennych), mogące potencjalnie oddziaływać na absorpcję nowoczesnych technologii

- Exp_var_s – oznacza zmienną mierzącą ekspozycję sektora s na oddziaływanie wybranych czynników strukturalnych

- u_c i u_s są zmiennymi zerojedynkowymi, odnoszącymi się do poszczególnych krajów i sektorów; pozwalają uchwycić nieobserwowalne efekty stałe, specyficzne dla danej gospodarki oraz wybranego sektora

- $\varepsilon_{c,s}$ – błąd losowy

Cechą szczególną przedstawionego modelu jest uwzględnienie w równaniu regresji interakcji (iloczynu) między poszczególnymi determinantami (zmiennymi) strukturalnymi na poziomie krajowym oraz odpowiednią zmienną mierzącą wrażliwość danego sektora na określoną grupę zmiennych. Według Rajana i Zingalesa, prekursorów zastosowanej metody, pozwala ona uwzględnić większą wrażliwość niektórych sektorów na występowanie konkretnych czynników strukturalnych⁶², czyli w tym przypadku – związanych z kapitałem ludzkim, organizacyjnym oraz otoczeniem biznesowym. Ważną cechą zmiennych mierzących wrażliwość sektorów, które zastosowano w niniejszej pracy jest to, iż zostały one skonstruowane w oparciu o dane dla gospodarki amerykańskiej, której nie uwzględnia się w badaniu.

⁶⁰ D. Andrews, G. Nicoletti, C. Timiliotis, Digital technology diffusion:., op. cit., s. 23.

⁶¹ Okres może się różnić w zależności od dostępności danych, szczegółowe informacje na temat okresu badania poszczególnych technologii są dostępne w Załączniku 1.

⁶² R. G. Rajan, L. Zingales, Financial dependence and..., op. cit., s. 571 – 572.

Takie podejście pozwala na uniknięcie problemu endogeniczności tych wskaźników⁶³. W niniejszej pracy zostały wykorzystane trzy różne miary ekspozycji sektorów.

Pierwsza zastosowana zmienna jest miarą „wiedzołoności” sektora i definiuje się ją jako odsetek pracowników z wyższym wykształceniem w ogólnej liczbie zatrudnionych w danym sektorze. Jak podkreślają Andrews i in., branże o wyższym poziomie tego wskaźnika wykazują większą wrażliwość na różnice w poziomie kapitału ludzkiego i organizacyjnego⁶⁴. Drugi wskaźnik mierzy łatwość wejścia oraz wyjścia z rynku i został zdefiniowany jako ważona zatrudnieniem suma stóp wejść i wyjść firm w danym sektorze, znormalizowana przez ogólną średnią branżową dla całej gospodarki. Biorąc pod uwagę, iż poziom rotacji firm jest bezpośrednio związany barierami wejścia na rynek⁶⁵, a także zakładając potencjalny wpływ tej zmiennej na poziom konkurencji oraz regulacje związane z niewypłacalnością, w analizie uwzględniono iloczyn tego wskaźnika ze wszystkimi zmiennymi odnoszącymi się do otoczenia biznesowego, poza miernikiem ulg podatkowych na badania i rozwój oraz wskaźnikiem ochrony przed zwolnieniami indywidualnymi i zbiorowymi.

Trzecią zastosowaną zmienną jest zagregowany indeks mierzący stopień rutynowości zadań wykonywanych przez pracowników w obrębie danego sektora – *Routine Intensity Index (RII)*⁶⁶. Zakładając potencjalnie większą restrykcyjność przepisów dotyczących ochrony zatrudnienia w sektorach charakteryzujących się wyższym poziomem tegoż wskaźnika, włączono go do interakcji z miernikiem poziomu ochrony przed zwolnieniami indywidualnymi i zbiorowymi. Szczegółowe informacje na temat omówionych zmiennych są dostępne w Załączniku 1.

2.2. Zmienne i źródła danych

Dane na temat stóp absorpcji nowoczesnych technologii, czyli odsetka firm w danym kraju i sektorze, wykorzystujących daną technologię, zostały zaczerpnięte z bazy Eurostatu, *Digital economy and society*, zawierającej wyniki ankiet na temat wykorzystania technologii informacyjnych i komunikacyjnych w gospodarstwach domowych i przedsiębiorstwach zatrudniających co najmniej 10 pracowników. W bazie można znaleźć statystyki dotyczące 25 sektorów pozarolniczych we wszystkich krajach członkowskich Unii Europejskiej, począwszy od 2002 roku. Mimo iż Eurostat oferuje dane na temat przyjmowania wielu różnorodnych technologii cyfrowych, to jednak przedmiotem analizy w niniejszej pracy, podobnie jak w badaniu Andrews i in., są tylko cztery z nich, a mianowicie: chmura obliczeniowa (przy czym rozróżnia się standardową i zaawansowaną wersję) oraz systemy ERP i CRM. Jak wskazują Andrews i in. oraz Gal i in., technologie te są względem siebie komplementarne oraz wykazują

⁶³ Ibidem, s. 23.

⁶⁴ Ibidem, s. 22.

⁶⁵ Ibidem.

⁶⁶ Zmienna ta, w przeciwieństwie do dwóch poprzednich obliczonych tylko dla gospodarki USA, została skonstruowana w oparciu o dane dla 27 krajów europejskich i Stanów Zjednoczonych.

potencjał do zwiększania wydajności firmy poprzez tzw. efekty sieciowe (z ang. *spillover effects*)⁶⁷. Ważnym kryterium wyboru było także objęcie analizą jak największej liczby krajów i sektorów – ostatecznie do badania włączono 14 sektorów w 21 krajach OECD. Pełna lista rozważanych gospodarek oraz sektorów wg klasyfikacji NACE Rev. 2 znajduje się odpowiednio w Załącznikach 2 i 3.

W tym miejscu należy także zaznaczyć, iż szybki internet szerokopasmowy nie jest rozważany jako osobna zmienna zależna. Jednak ze względu na jego bardzo ważną rolę w efektywnym wykorzystaniu i działaniu pozostałych analizowanych technologii⁶⁸, różnice w dostępie do tej kluczowej infrastruktury między krajami i sektorami są kontrolowane we wszystkich oszacowanych regresjach.

Badane determinanty absorpcji nowoczesnych technologii podzielono na dwie grupy: zmienne dotyczące kapitału ludzkiego oraz zmienne dotyczące czynników strukturalnych i otoczenia biznesowego

W celu możliwie wszechstronnej i kompleksowej analizy relacji między absorpcją nowoczesnych technologii a kapitałem ludzkim, do oszacowań włączono pięć różnych wskaźników z tej grupy.

Pierwszym z nich jest odsetek osób w wieku 25 – 64 lata, które zadeklarowały uczestnictwo w różnych formach edukacji formalnej i/lub nieformalnej.

Dodatkowo, w celu rozróżnienia efektu, jaki przynosi doskonalenie umiejętności pracowników nisko i wysoko wykwalifikowanych, w modelu uwzględniono dwie zmienne oznaczające procentowy udział osób w wieku 25 – 64 lata, które uczestniczyły w różnych formach edukacji formalnej i/lub nieformalnej w podziale na poziom wskaźnika gotowości do nauki. W przypadku tych zmiennych poziomy 0 – 2 odpowiadają nisko, natomiast 3 – 5 – wysoko wykwalifikowanym pracownikom.

Co więcej, aby ocenić rolę podnoszenia umiejętności zatrudnionych w zakresie ICT, w analizie uwzględniono zmienną odnoszącą się do odsetka przedsiębiorstw zatrudniających co najmniej 10 osób, oferujących specjalistyczne szkolenia pracownikom niezwiązanym z działalnością IT oraz ICT.

Efekt braku elementarnej wiedzy i umiejętności w zakresie nowoczesnych technologii na ich efektywną absorpcję, został natomiast zbadany poprzez wykorzystanie zmiennej odnoszącej się do odsetka osób w wieku 15 – 64 lata, deklarujących brak doświadczenia w zakresie ICT. Wszystkie dane na temat edukacji formalnej i/lub nieformalnej oraz praktyki w obcowaniu z nowoczesnymi technologiami zostały zaczerpnięte z bazy OECD – *OECD Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIAAC)*, natomiast wskaźnik dotyczący szkoleń w zakresie ICT pochodzi z bazy danych Eurostatu. Kolejną zmienną objaśniającą jest wskaźnik dotyczący

⁶⁷ Ibidem, s. 16 – 17, P. Gal et al., *Digitalisation and productivity: In search of...*, op. cit., s. 15 – 16.

⁶⁸ W Załączniku 5. przedstawiono macierz korelacji między rozważanymi technologiami oraz wskaźnikiem dostępu do szerokopasmowego internetu.

dostępu do szeroko-

wykorzystywania technologii cyfrowych w codziennym życiu. Został on wyrażony poprzez odsetek osób w wieku 16 – 74 lata wykorzystujących internet do komunikacji z organami administracji publicznej. Dane na temat użytkowania aplikacji typu *e-government* pochodzą z raportu OECD – *"The digital transformation"*⁶⁹.

W modelu umieszczono także dwie zmienne odnoszące się do zdolności gospodarek do efektywnej alokacji i wykorzystywania talentów. Pierwsza z nich, którą uwzględniają w swojej analizie także Andrews i in., odnosi się do odsetka osób w wieku 15 – 64 lata wykonujących zawody poniżej lub powyżej swoich umiejętności. Zmienna ta została zaczerpnięta z bazy OECD. Drugi wskaźnik, który nie został wykorzystany w żadnym z przytoczonych w poprzednim rozdziale badań, mierzy zdolność krajów do przyciągania talentów według siedmiostopniowej skali, gdzie 1 oznacza brak takiej zdolności, natomiast 7 – doskonałą zdolność. Dane na temat tej zmiennej pochodzą z bazy World Economic Forum.

W celu oceny wpływu jakości kapitału organizacyjnego na stopę przyjęcia nowoczesnych rozwiązań technologicznych w firmach, w modelu uwzględniono także wskaźniki dotyczące jakości szkół managerskich, mierzonej w skali od 1 (ekstremalnie słaba) do 7 (doskonała) oraz odsetka zawodów o wysokim wskaźniku wysokowydajnych metod pracy (*High Performance Work Practices, HPWP*). Dane na temat tych zmiennych pochodzą odpowiednio z baz World Economic Forum oraz OECD.

Drugą grupą zmiennych objaśniających są te odnoszące się do szeroko pojętego otoczenia biznesowego.

W celu oceny roli presji konkurencyjnej w przyjmowaniu ICT, do analizy włączono cztery wskaźniki. Pierwszy z nich, który pochodzi z raportu European Centre for International Political Economy, dotyczy restrykcji w handlu cyfrowym i jest znany pod nazwą *Digital Trade Restrictiveness Index (RDTI)*⁷⁰. Dwie kolejne zmienne, będące składowymi wskaźnika *Product Market Regulation 2018 (PMR 2018)*, odnoszą się do barier w sektorze usług i sieci oraz barier administracyjnych dla *start-upów*. Dane na temat *PMR 2018* pochodzą z bazy OECD. Dodatkowo do analizy została włączona zmienna mierząca intensywność konkurencji na lokalnych rynkach krajowych. Wskaźnik ten przyjmuje wartości od 1 (znikoma intensywność konkurencji) do 7 (bardzo wysoka intensywność konkurencji) i został zaczerpnięty z bazy World Economic Forum.

Elastyczność rynku pracy, mająca wpływ na realokację zasobów w gospodarce, została wyrażona za pomocą wskaźnika ochrony przed zwolnieniami indywidualnymi i zbiorowymi pracowników zatrudnionych w oparciu o umowy na czas nieokreślony. Miernik ten wyrażany jest w siedmiostopniowej skali, gdzie 0 oznacza najniższy, zaś 6 – najwyższy poziom restrykcyjności regulacji dotyczących ochrony zatrudnienia. Dane na temat wskaźnika pochodzą z bazy *OECD/IAB Employment Protection Database*.

⁶⁹ OECD. OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017, The digital transformation.

⁷⁰ M. F. Ferrance, H. Lee-Makiyama, E. van der Marel, Digital Trade Restrictiveness Index, European Centre for International Political Economy, s. 14 – 15.

Kolejna grupa zmiennych odnosi się do zachęt rynkowych dla firm do wchodzenia na rynek i podejmowania działań innowacyjnych. Dla oceny wpływu pojemności rynków *venture capital* na przyjmowanie i wykorzystywanie ICT, w analizie uwzględniono wskaźnik oznaczający procentowy udział inwestycji *venture capital* w PKB. Został on zaczerpnięty z raportu OECD "*Entrepreneurship at a Glance 2017*"⁷¹. Ponadto, do modelu włączono także zmienną mierzącą poziom zachęt podatkowych na badania i rozwój w relacji do PKB. Dane na temat tego wskaźnika pochodzą z bazy OECD. Dodatkowym miernikiem, który nie jest rozważany przez Andrews i in., a został uwzględniony w niniejszej pracy, jest zmienna odnosząca się do poziomu ochrony własności intelektualnej, wyrażona w siedmiostopniowej skali, gdzie 1 oznacza brak, natomiast 7 – bardzo wysoki poziom protekcji. Dane na temat tej zmiennej pochodzą z bazy World Economic Forum.

Ostatnim wskaźnikiem związanym z otoczeniem biznesowym jest zagregowany miernik *Insol13*, odnoszący się do regulacji związanych z niewypłacalnością. Zmienna ta przyjmuje wartości od 0 do 1, przy czym wzrost wartości wskaźnika odpowiada rosnącej restrykcyjności systemów związanych z upadłością i niewypłacalnością przedsiębiorstw w danym kraju. Źródłem danych na temat tej zmiennej jest baza OECD.

W Tabeli 1. zaprezentowano nazwy i definicje omówionych zmiennych wraz ze wskazaniem odpowiadających im wskaźników mierzących ekspozycję sektora. Dokładne informacje na temat okresu oraz źródeł wszystkich wykorzystanych w analizie mierników można znaleźć w Załączniku 1.

⁷¹ OECD, *Entrepreneurship at a Glance 2017*,
https://www.oecd-ilibrary.org/employment/entrepreneurship-at-a-glance-2017_entrepreneur_aag-2017-en.

Tabela 1. Nazwy i definicje wykorzystanych zmiennych

Nazwa zmiennej	Opis	Zmienna mierząca ekspozycję sektora
Kapitał ludzki y		
lifeong_learning	Odsetek osób w wieku 25 – 64 lata uczestniczących w różnych formach edukacji formalnej i/lub nieformalnej	knowledge_intensity
ls_training	Odsetek osób w wieku 25 – 64 lata uczestniczących w różnych formach edukacji formalnej i/lub nieformalnej według poziomu umiejętności czytania i wskaźnika gotowości do nauki (poziomy 0 – 2)	knowledge_intensity
hs_training	Odsetek osób w wieku 25 – 64 lata uczestniczących w różnych formach edukacji formalnej i/lub nieformalnej według poziomu umiejętności czytania i wskaźnika gotowości do nauki (poziomy 3 – 5)	knowledge_intensity
ict_training	Odsetek przedsiębiorstw z sektorów niefinansowych zatrudniających co najmniej 10 osób, zapewniających specjalistyczne szkolenia z zakresu nowoczesnych technologii pracownikom, którzy nie specjalizują się w działalności związanej z IT/ICT	knowledge_intensity
no_ict_exp	Odsetek osób w wieku 15 – 65 lat bez doświadczenia w obszarze ICT	knowledge_intensity
e_gov	Odsetek osób w wieku 16 – 74 lata wykorzystujących internet do komunikacji z organami administracji publicznej	knowledge_intensity
skill_mismatch	Odsetek osób w wieku 15 – 64 lata wykonujących zawody poniżej lub powyżej swoich kwalifikacji	knowledge_intensity
talents_attract	Zdolność krajów do przyciągania talentów mierzona w skali od 1 (wcale) do 7 (znakomita)	knowledge_intensity
mgmt_schools	Jakość szkół managerskich mierzona w skali od 1 (ekstremalnie słaba) do 7 (doskonała)	knowledge_intensity
hpwp	Odsetek zawodów o wysokim wskaźniku wysokowydajnych metod pracy (High Performance Work Practices)	knowledge_intensity
Otoczenie biznesowe		
dig_trade_restrictions	Wskaźnik DTRI (Digital Trade Restrictiveness Index)	entry_exit
serv_barriers	Składowa wskaźnika PMR 2018 (Product Market Regulation) dotycząca barier w sektorze usług i sieci	entry_exit
startup_barriers	Składowa wskaźnika PMR 2018 (Product Market Regulation) dotycząca barier administracyjnych dla start-upów	entry_exit
local_competition	Intensywność konkurencji na lokalnych rynkach krajowych, mierzona w skali od 1 (znikoma) do 7 (bardzo wysoka)	entry_exit
epl	Wskaźnik ochrony przed zwolnieniami indywidualnymi i zbiorowymi pracowników zatrudnionych na czas nieokreślony	routine_intensity
vc	Procentowy udział inwestycji venture capital w PKB	entry_exit
rdtax	Pośrednie wsparcie rządowe poprzez zachęty podatkowe na badania i rozwój, wyrażone jako procent PKB	knowledge_intensity
property_protect	Ochrona własności intelektualnej, mierzona w skali od 1 (brak) do 7 (znakomita)	entry_exit
insolvency	Wskaźnik niewypłacalności (Insol13)	entry_exit

Źródło: Opracowanie własne.

2.3. Wyniki oszacowań

Ograniczenia danych uniemożliwiają przeprowadzenie analizy na danych panelowych. W związku z tym zdecydowano się na przeprowadzenie szeregu regresji przekrojowych Metodą Najmniejszych Kwadratów (MNK), gdzie zmienną wyjaśnianą są średnie stopy absorpcji wybranych typów nowoczesnych technologii. W pierwszej kolejności oszacowano osobne regresje dla wszystkich zmiennych strukturalnych, tj. odnoszących się do kapitału ludzkiego, organizacyjnego oraz otoczenia biznesowego. Następnie w podstawowej specyfikacji modelu uwzględniono pary wskaźników – po jednym z każdej grupy. Ostatnim krokiem było przeprowadzenie regresji na iloczynach wybranych mierników dotyczących kapitału ludzkiego i organizacyjnego ze zmiennymi odnoszącymi się do regulacji rynkowych. Dodatkowo, w celu oceny poprawności otrzymanych wyników, wykonano szereg testów diagnostycznych.

2.3.1. Rola kapitału ludzkiego w absorpcji ICT

Biorąc pod uwagę występowanie silnej korelacji między zmiennymi objaśniającymi odnoszącymi się do kapitału ludzkiego (Załącznik 6.), aby ocenić rolę kapitału ludzkiego w efektywnej absorpcji nowoczesnych technologii, wykonano osobne regresje dla poszczególnych zmiennych dotyczących kapitału ludzkiego. Za każdym razem uwzględniono różną wrażliwość sektorów na wpływ kapitału ludzkiego, dzięki wykorzystaniu iloczynu między poszczególnymi determinantami związanymi z poziomem kapitału ludzkiego (na poziomie kraju) ze zmienną mierzącą wrażliwość danego sektora – w tym przypadku jest to „wiedzożłonności” (*knowledge intensity*) sektora, zdefiniowana jako odsetek pracowników z wyższym wykształceniem w ogólnej liczbie zatrudnionych w danym sektorze w USA.

Uwzględniono przy tym zmienną kontrolną *high_speed* oraz zmienne zerojedynkowe, mierzące efekty stałe dla analizowanych krajów i sektorów. Otrzymane wyniki zostały zaprezentowane w Tabeli 2.

Tabela 2. Wpływ kapitału ludzkiego i organizacyjnego na absorpcję ICT

	Zmienna zależna			
	Chmura obliczeniowa	Chmura obliczeniowa, zaawansowane wykorzystanie	Systemy ERP	Systemy CRM
high_speed	0.1825** (-0.0809)	-0.0428 (0.0704)	0.0146 (0.1157)	0.0530 (0.0995)
lifelong_learning x knowledge_intensity	0.3569** (0.1696)	0.4358*** (0.1536)	0.2633 (0.2604)	0.8402*** (0.2035)
N	249	245	248	243
R2	94.06%	90.86%	82.69%	88.86%
high_speed	0.1948** (0.0809)	-0.0267 (0.0707)	0.0203 (0.1159)	0.0850 (0.1004)
ls_training x knowledge_intensity	1.2162* (0.6748)	1.4225** (0.6112)	0.0115 (0.9946)	2.7504*** (0.8176)
N	249	245	248	243
R2	94.02%	90.75%	82.61%	88.57%
high_speed	0.1948** (0.0809)	-0.0267 (0.0707)	0.0203 (0.1159)	0.0850 (0.1004)
hs_training x knowledge_intensity	-1.2163* (0.6750)	-1.4232** (0.6113)	-0.0110 (0.9949)	-2.7511*** (0.8178)
N	249	245	248	243
R2	94.02%	90.75%	82.61%	88.57%
high_speed	0.1258 (0.0842)	-0.0580 (0.0732)	-0.0826 (0.1165)	-0.0195 (0.1030)
ict_training x knowledge_intensity	0.5096*** (0.1168)	0.4385*** (0.1111)	0.5089*** (0.1779)	0.8495*** (0.1508)
N	228	223	227	222
R2	94.39%	91.19%	82.89%	89.61%
high_speed	0.1957** (0.0810)	-0.0303 (0.0711)	0.0192 (0.1159)	0.0873 (0.1004)
no_ict_exp x knowledge_intensity	-0.3935 (0.2451)	-0.3726* (0.2230)	-0.0919 (0.3584)	-1.0061 (0.2968)
N	249	245	248	243
R2	94.01%	90.63%	82.61%	88.58%
high_speed	0.1976** (0.0809)	-0.0213 (0.0699)	0.0220 (0.1158)	0.0906 (0.0995)
e_gov x knowledge_intensity	0.2419* (0.1372)	0.3989*** (0.1228)	0.1076 (0.2025)	0.6476*** (0.1647)
N	249	245	248	243
R2	94.02%	90.96%	82.63%	88.78%
high_speed	0.1961** (0.0812)	-0.0255 (0.0711)	0.0233 (0.1156)	0.0854 (0.1031)
skill_mismatch x knowledge_intensity	0.4244 (0.3272)	0.4727 (0.2978)	-0.5200 (0.4885)	0.1397 (0.4056)
N	249	245	248	243
R2	93.98%	90.62%	82.70%	87.95%
high_speed	0.1998** (0.0806)	-0.0269 (0.0708)	0.0211 (0.1158)	0.0906 (0.1011)
talents_attract x knowledge_intensity	5.1845** (2.3165)	4.5848** (2.1416)	1.4304 (3.4877)	8.3466*** (2.8423)
N	249	245	248	243
R2	94.07%	90.71%	82.62%	88.43%
high_speed	0.1757** (0.0807)	-0.0517 (0.0716)	0.0192 (0.1170)	0.0442 (0.1001)
mgmt_schools x knowledge_intensity	8.9905** (3.5413)	7.2234** (3.1857)	0.3613 (5.3151)	16.7938*** (4.3264)
N	249	245	248	243
R2	94.11%	90.73%	82.61%	88.76%

high_speed	0.1873** (0.0817)	-0.0478 (0.0718)	0.0106 (0.1171)	0.0412 (0.1011)
hpwp x knowledge_intensity	0.3066 (-0.3088)	0.5393* (0.2759)	0.2580 (0.4685)	1.3220*** (0.3910)
N	249	245	248	243
R2	93.96%	90.68%	82.63%	88.60%

W nawiasach podano odchylenia standardowe; * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

Źródło: Opracowanie własne

Otrzymane wyniki wskazują, iż zarówno kapitał ludzki odgrywa istotną rolę w efektywnej absorpcji rozważanych technologii (poza zmienną zależną dotyczącą przyjmowania systemów ERP, w przypadku której niemal wszystkie oszacowania parametrów dla zmiennych objaśniających okazały się nieistotne statystycznie). W szczególności współczynniki przy wskaźnikach dotyczących doskonalenia umiejętności pracowników wykazują silny dodatni wpływ na przyjmowanie usług przetwarzania w chmurze, zarówno standardowych, jak i zaawansowanych, oraz systemów CRM. Warto przy tym podkreślić, iż w świetle otrzymanych wyników szczególnie znaczenie dla wdrażania ICT zdaje się mieć doskonalenie cyfrowych umiejętności pracowników, którzy nie specjalizują się w działalności związanej z IT lub ICT – oszacowanie parametru przy interakcji zmiennej *ict_training* ze zmienną mierzącą poziom wzdychłonności sektora okazało się dodatnie i statystycznie istotne w przypadku wszystkich rozważanych typów technologii. Wstępnie można zatem stwierdzić, iż polityki wspomagające rozpowszechnianie nowoczesnych technologii powinny być w szczególności ukierunkowane na podnoszenie cyfrowych kompetencji pracowników.

Zgodnie z zaprezentowanymi wynikami nie tylko konkretne umiejętności, ale także ekspozycja społeczeństwa na wykorzystanie technologii cyfrowych w codziennym życiu mają istotne znaczenie w kontekście ich efektywnej absorpcji. Oszacowania parametrów przy interakcji zmiennej *e_gov*, oznaczającej odsetek osób w danym kraju, wykorzystujących internet do komunikacji z organami administracji publicznej ze zmienną mierzącą ekspozycję sektora, okazały się być dodatnie i istotne w przypadku obu rodzajów usług przetwarzania w chmurze oraz systemów CRM. Co więcej, współczynnik przy iloczynie zmiennej odnoszącej się do braku doświadczenia w obszarze ICT (*no_ict_exp*) i mierniku ekspozycji, zgodnie z intuicją, ma ujemny znak, jednak okazał się istotny tylko w przypadku absorpcji zaawansowanych usług przetwarzania w chmurze.

Warto także zwrócić uwagę, iż zdolność gospodarek do przyciągania talentów, a także kapitał organizacyjny, przybliżony za pomocą zmiennej mierzącej jakość szkół managerskich oraz wskaźnika *High Performance Work Practices*, mają istotne znaczenie w kontekście efektywnego wdrażania nowoczesnych rozwiązań cyfrowych. Wyniki potwierdzają występowanie komplementarności między wysoce rozwiniętymi umiejętnościami managerów a ICT i są zgodne z wnioskami z literatury przedmiotu, wskazującymi na kluczową rolę zdolności do reorganizacji struktur i procesów w firmie w celu pełnego wykorzystania potencjału, jaki niesie za sobą wykorzystanie nowoczesnych technologii.

2.3.2. Otoczenie biznesowe a absorpcja technologii cyfrowych

Podobnie jak w przypadku kapitału ludzkiego i organizacyjnego, ocenę wybranych czynników kształtujących otoczenie biznesowe w kontekście efektywnego przyjmowania nowoczesnych technologii, przeprowadzono szacując osobne regresje dla wszystkich technologii oraz zmiennych zależnych wykorzystanych do pomiaru czynników strukturalnych i otoczenia biznesowego, opisanych w Tabeli 1. Zmienne te zostały przemnożone przez miary wrażliwości sektorów na dany czynnik: łatwość wejścia oraz wyjścia z rynku (*entry_exit*) lub indeks mierzący stopień rutynowości zadań wykonywanych przez pracowników w obrębie danego sektora (*Routine Intensity Index*) (zob. Załącznik 1).

Rezultaty zostały przedstawione w Tabeli 3

Tabela 3. Wpływ wybranych czynników kształtujących otoczenie biznesowe na absorpcję ICT⁷²

	Zmienna zależna			
	Chmura obliczeniowa	Chmura obliczeniowa, zaawansowane wykorzystanie	Systemy ERP	Systemy CRM
high_speed	0.2042** (0.0818)	-0.0215 (0.0719)	0.0357 (0.1161)	0.1025 (0.1032)
dig_trade_restrictions x entry_exit	-38.1115 (39.4230)	-22.0602 (36.2356)	-71.0600 (57.5287)	-71.2769 (48.5235)
N	249	245	248	243
R2	93.96%	90.52%	82.73%	88.07%
high_speed	0.1950** (0.0813)	-0.0251 (0.0711)	0.0202 (0.1158)	0.0856 (0.1031)
serv_barriers x entry_exit	-3.1172 (2.6891)	-4.0083* (2.4462)	1.4605 (3.9384)	-1.5251 (3.5428)
N	249	245	248	243
R2	93.97%	90.63%	82.62%	87.96%
high_speed	0.1976** (0.0815)	-0.0265 (0.0716)	0.0191 (0.1159)	0.0887 (0.1031)
startup_barriers x entry_exit	-2.0112 (2.9304)	0.2477 (2.6756)	1.1672 (4.2863)	-2.6855 (3.6812)
N	249	245	248	243
R2	93.95%	90.51%	82.61%	87.98%
high_speed	0.1964** (0.0819)	-0.0262 (0.0720)	0.0224 (0.1164)	0.1127 (0.1025)
local_competition x entry_exit	-0.8837 (7.6078)	0.0458 (6.9852)	-2.0484 (11.1150)	-22.4577** (9.7611)
N	249	245	248	243
R2	93.94%	90.51%	82.61%	88.25%
high_speed	0.1970** (0.0808)	-0.0314 (0.0713)	0.0057 (0.1136)	0.0888 (0.10228)

⁷² W drugiej kolumnie przedstawiono wyniki regresji, w których zmienną zależną, mierzącą absorpcję poszczególnych technologii cyfrowych, jest pierwsza składowa główna o najwyższej wartości własnej, obliczonej dla czterech rozważanych technologii. Zmiennymi zależnymi są zaś: odsetek firm posiadających dostęp do szybkiego internetu (*high_speed*), interakcje między poszczególnymi zmiennymi strukturalnymi a odpowiednią zmienną mierzącą ekspozycję sektora oraz zmiennymi zerojedynkowymi dla poszczególnych krajów i sektorów.

epl x routine_intensity	-9.0235** (4.4972)	-6.2068* (4.1877)	-19.0752*** (6.3985)	-6.7207 (5.8095)
N	249	245	248	243
R2	94.05%	90.61%	83.30%	88.02%
high_speed	0.2053** (0.0816)	-0.0175 (0.0716)	0.0267 (0.1163)	0.1011 (0.1031)
vc x entry_exit	145.2968 (115.4149)	136.5849 (105.036)	94.9843 (169.3152)	217.1204 (142.2744)
N	249	245	248	243
R2	93.98%	90.58%	82.63%	88.08%
high_speed	0.2042** (0.0808)	-0.0264 (0.0717)	0.0223 (0.1159)	0.0963 (0.1017)
rdtax x routine_intensity	56.1642** (26.9703)	1.8359 (23.8044)	-13.8778 (38.2487)	84.2512** (33.8642)
N	249	245	248	243
R2	94.05%	90.51%	82.62%	88.29%
high_speed	0.2157*** (0.0807)	-0.0096 (0.0707)	0.0143 (0.1163)	0.1050 (0.1026)
property_protection x entry_exit	7.4137** (2.8885)	6.9940*** (2.6283)	-2.3419 (4.2827)	7.2500** (3.6268)
N	249	245	248	243
R2	94.12%	90.82%	82.63%	88.17%
high_speed	0.2010** (0.0810)	-0.0247 (0.0716)	0.0173 (0.1159)	0.0847 (0.1032)
insolvency x entry_exit	-34.2355* (20.4020)	-7.9882 (18.8313)	18.5063 (29.9783)	3.0724 (26.1621)
N	249	245	248	243
R2	94.01%	90.51%	82.64%	87.95%

W nawiasach podano odchylenia standardowe; * p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01.

Źródło: Opracowanie własne

Wyniki oszacowań modelu, wskazują, iż stymulacja cyfrowej absorpcji jest możliwa poprzez zmniejszenie restrykcyjności regulacji dotyczących ochrony miejsc pracy, rozwój rynków *venture capital*, stosowanie ulg fiskalnych na badania i rozwój, a także wzmocnienie ochrony własności intelektualnej. W szczególności łatwość realokacji zasobów, mierzona wskaźnikiem ochrony przed zwolnieniami indywidualnymi i zbiorowymi, wpływa pozytywnie na przyjmownię usług przetwarzania w chmurze oraz systemów ERP w sektorach charakteryzujących się relatywnie większym poziomem rutynowości zadań. Także zwiększenie zachęt do podejmowania działalności innowacyjnej wiąże się z nieproporcjonalnie wyższymi stopami absorpcji zaawansowanej chmury obliczeniowej oraz systemów ERP w sektorach intensywnie wykorzystujących wiedzę. Otrzymane wyniki mogą wskazywać na komplementarność między działalnością badawczo-rozwojową a umiejętnością firm do eksperymentowania z nowoczesnymi technologiami.

W tym miejscu warto także zaznaczyć, iż wyższy poziom ochrony własności intelektualnej także pozytywnie oddziałuje na absorpcję ICT, przyczyniając się do intensywniejszego przyjmowania chmury obliczeniowej oraz systemów CRM w sektorach o relatywnie wyższej dynamice wejść i wyjść przedsiębiorstw z rynku. Ostatecznie, także niski poziom restrykcyjności regulacji związanych z niewypłacalnością wiąże się z wyższą absorpcją standardowych usług przetwarzania w chmurze. Biorąc pod uwagę, iż technologia ta jest szczególnie atrakcyjna dla młodych przedsiębiorstw, gdyż pozwala osiągnąć korzyści skali bez ponoszenia dużych nakładów na infrastrukturę IT, wyniki mogą wskazywać na niższą awersję do przyjmowania tej technologii przez firmy wchodzącyce na rynek⁷³.

Zgodnie z oczekiwaniami, oszacowania parametrów przy zmiennych dotyczących poziomu restrykcji w handlu cyfrowym, barier w sektorze usług oraz obciążeń administracyjnych dla *start-upów* mają ujemne znaki, jednak okazały się nieistotne statystycznie w niemal wszystkich specyfikacjach modelu.

Kolejnym etapem badania było przeprowadzenie regresji na parach zmiennych z obu grup: tych dotyczących kapitału ludzkiego oraz otoczenia biznesowego. Wyniki, w większości zgodne z dotychczasowymi wnioskami, zostały zaprezentowane w kolejnej części

2.4. Analiza łącznego wpływu wybranych czynników strukturalnych na absorpcję technologii cyfrowych.

Po zbadaniu oddziaływania pojedynczych zmiennych dotyczących kapitału ludzkiego, organizacyjnego oraz otoczenia biznesowego w kontekście absorpcji nowoczesnych technologii, zdecydowano się na przeprowadzenie szeregu regresji, w których odpowiednie zmienne występują parami. O ile w omawianej analizie uwzględnione zostały wszystkie rozważane do tej pory wskaźniki dotyczące obu rodzajów kapitału, to zestaw zmiennych dotyczących regulacji rynkowych został ograniczony tylko do czterech: wskaźnika ochrony przed zwonieniami indywidualnymi i zbiorowymi, ulg podatkowych na działalność badawczo-rozwojową, miernika ochrony własności intelektualnej oraz zmiennej mierzącej poziom restrykcyjności systemów związanych z niewypłacalnością⁷⁴. W każdym przypadku regresję stóp absorpcji standardowych i zaawansowanych usług przetwarzania w chmurze oraz systemów CRM i ERP przeprowadzono na jednej zmiennej dotyczącej kapitału ludzkiego oraz jednej zmiennej odnoszącej się do otoczenia biznesowego. Dodatkowo, jako zmienne kontrolne, uwzględnione zostały zmienne zerojedynkowe, mierzące efekty stałe dla krajów i sektorów oraz wskaźnik dostępu do szybkiego internetu. Równanie regresji przyjęło w efekcie następującą postać:

⁷³ D. Andrews, G. Nicoletti, C. Timiliotis, Digital technology diffusion:., op. cit., s. 29.

⁷⁴ Pominięto zmienne dotyczące: barier w handlu cyfrowym oraz usługach, barier administracyjnych dla *start-upów*, poziomu konkurencyjności rynków lokalnych oraz dostępności rynków *venture capital*. Zmienne te okazały się nieistotne w niemal wszystkich specyfikacjach modelu.

$$Abs_{rate}_{c,s}^i = \alpha + \beta_1 high_{speed}_{c,s} + \beta_2 X_c^1 \times Exp_{var}_s^1 + \beta_3 X_c^2 \times Exp_{var}_s^2 + u_c + u_s + \varepsilon_{c,s},$$

gdzie zmienne X_c^1 oraz X_c^2 odnoszą się odpowiednio do czynników związanych z kapitałem ludzkim oraz otoczeniem biznesowym. Zmienne $Exp_{var}_s^1$ oraz $Exp_{var}_s^2$ oznaczają natomiast odpowiadające poszczególnym wskaźnikom strukturalnym zmienne mierzące ekspozycję sektorów. W przypadku większości wskaźników kierunek wpływu na zmienne zależne oraz istotność oszacowań parametrów pozostają spójne z wynikami dla regresji na pojedynczych zmiennych strukturalnych. W odniesieniu do łącznej analizy zmiennych otrzymane współczynniki są jednak nieco mniejsze od tych, które zostały zaprezentowane w Tabelach 2 oraz 3. Należy także zauważyć, iż jedyną zmienną zależną, w przypadku której ani znaki oszacowań parametrów, ani statystyczna istotność nie są zgodne z oczekiwaniami, jest współczynnik absorpcji systemów ERP. Dla tego wskaźnika jedynie oszacowania specyfikacji zawierających wskaźnik ochrony przed zwolnieniami pozostają istotne i zgodne z intuicją.

Podobnie jak w przypadku osobnych regresji dla każdej ze zmiennych strukturalnych, tak i w odniesieniu dla modelu zawierającego parę wskaźników, wyniki pozostają spójne i jednoznacznie wskazują na rolę umiejętności pracowników w absorpcji nowoczesnych technologii. Szczególnie istotne zdaje się być podnoszenie cyfrowych kompetencji pracowników niezwiązanych z działalnością IT oraz ICT. Inwestycje w odpowiednie szkolenia kadry, w szczególności w sektorach charakteryzujących się wysokim stopniem wiedzochłonności, mogą przyczynić się do ponadprzeciętnych zysków wydajności osiągniętych dzięki szybszemu i bardziej efektywnemu wdrażaniu nowoczesnych rozwiązań technologicznych. Dodatkowo, wyniki oszacowań przedstawione w Tabelach 4 oraz 4A potwierdzają wcześniejsze wnioski, wskazując na komplementarność między ICT a kapitałem organizacyjnym. Podnoszenie jakości szkół kształcących przyszłych zarządzających, a także praktyki managerskie w miejscach pracy, mają istotne znaczenie w kontekście przyjmowania usług przetwarzania w chmurze oraz systemów CRM.

Otrzymane oszacowania wskazują także na istotną rolę sprzyjającego otoczenia biznesowego w kontekście dyfuzji nowoczesnych technologii. W szczególności niski stopień restrykcyjności przepisów dotyczących ochrony miejsc pracy, wspomagający mobilność siły roboczej w gospodarce, ma pozytywny wpływ na przyjmowanie standardowych usług przetwarzania w chmurze oraz systemów ERP. Dodatkowo, stymulowanie innowacyjności przedsiębiorstw poprzez ugi podatkowe na działalność badawczo-rozwojową oraz zapewnienie odpowiedniego poziomu ochrony własności intelektualnej mogą stanowić bodźce do intensyfikacji przyjmowania chmury obliczeniowej oraz systemów CRM w sektorach o wysokich poziomach wiedzochłonności oraz wskaźnikach wejść i wyjść z branży.

Tabela 4. Łączny wpływ kapitału ludzkiego i organizacyjnego oraz czynników kształtujących otoczenie biznesowe na absorpcję ICT

	epl x routine_intensity				rdtax x knowledge_intensity			
	Chmura obliczeniowa	Chmura obliczeniowa, zaawansowane wykorzystanie	Systemy ERP	Systemy CRM	Chmura obliczeniowa	Chmura obliczeniowa, zaawansowane wykorzystanie	Systemy ERP	Systemy CRM
epl x routine_intensity LUB rdtax x knowledge_intensity	-9.216** (4.4602)	-6.5151* (4.1173)	-19.21*** (6.3969)	-7.119 (5.5965)	50.8340* (26.9508)	-5.7585 (23.5638)	-16.7451 (38.3413)	71.16793** (32.9237)
lifelong_learning x knowledge_intensity	0.3638** (0.1684)	0.442*** (0.1530)	0.2786 (0.2556)	0.8446*** (0.2032)	0.3237** (0.1695)	0.440*** (0.1549)	0.2715 (0.2615)	0.7958*** (0.2027)
epl x routine_intensity LUB rdtax x knowledge_intensity	-9.249** (4.4728)	-6.4678* (4.1433)	-19.09*** (6.4156)	-7.2605 (5.6699)	48.7652* (27.3834)	-8.017 (23.9239)	-14.4144 (-38.9614)	64.81884* (33.90408)
ls_training x knowledge_intensity	1.2536* (0.6699)	1.4477** (0.6093)	0.09 (0.9771)	2.7796*** (0.8166)	0.9890* (0.6833)	1.4591** (0.6221)	0.0782 (1.0128)	2.4426*** (0.8282)
epl x routine_intensity LUB rdtax x knowledge_intensity	-9.2499** (4.4728)	-6.4676* (4.1433)	-19.0910*** (6.4156)	-7.2607 (5.6699)	48.7693* (27.3831)	-8.0159 (23.9236)	-14.4105 (38.9613)	64.8261* (33.9035)
hs_training x knowledge_intensity	-1.2538** (0.6701)	-1.4483** (0.6095)	-0.0895 (0.9774)	-2.7804*** (0.8168)	-0.9890* (0.6835)	-1.4597** (0.6223)	-0.0777 (1.0131)	-2.4434*** (0.8284)
epl x routine_intensity LUB rdtax x knowledge_intensity	7.7852* (4.4816)	-6.0544* (4.1880)	-20.3503*** (6.2582)	-5.8209 (5.6372)	88.7686*** (30.2337)	8.129 (26.4016)	-64.9509* (41.6124)	101.9213*** (37.3988)
ict_training x knowledge_intensity	0.5006*** (0.1163)	0.4407*** (0.1108)	0.5005*** (0.1736)	0.8402*** (0.1510)	0.4950*** (0.1146)	0.4388*** (0.1114)	0.5065*** (0.1772)	0.8104*** (0.1490)
epl x routine_intensity LUB rdtax x knowledge_intensity	-9.2004** (4.4800)	-6.2965* (4.1693)	-19.0799*** (6.4123)	-7.0318 (5.6676)	50.9663* (27.2053)	-5.9297 (24.1449)	-16.1681 (38.9649)	69.8424** (33.5161)
no_ict_experience x knowledge_intensity	-0.4053* (0.2433)	-0.3768* (0.2222)	-0.0948 (0.3519)	-1.0120*** (0.2964)	-0.3271 (0.2462)	-0.3832* (0.2275)	-0.1192 (0.3650)	-0.9199*** (0.2973)

epl x routine_intensity LUB rdtax x knowledge_intensity	-9.1077** (4.4743)	-6.3547* (4.0937)	-19.1240*** (6.4089)	-7.0126 (5.6167)	53.5161** (26.9099)	-1.8514 (23.3091)	-14.7669 (38.346)	76.7636** (32.8682)
e_gov x knowledge_intensity	0.2448* (0.1362)	0.4009*** (0.1224)	0.1154 (0.1988)	0.6502*** (0.1644)	0.2257* (0.1365)	0.3993*** (0.1232)	0.1109 (0.2030)	0.6248*** (0.1632)
epl x routine_intensity LUB rdtax x knowledge_intensity	-9.1064* (4.4894)	-6.3352* (4.1722)	-18.9871*** (6.3976)	-6.7518 (5.8222)	50.8542* (27.6782)	-6.9158 (24.3321)	-4.55 (39.3579)	85.8709*** (34.8157)
skill_mismatch x knowledge_intensity	0.4335 (0.3248)	0.4812* (0.2969)	-0.5012 (0.4798)	0.1466 (0.4052)	0.2881 (0.3337)	0.4921* (0.3062)	-0.5063 (0.5038)	-0.0859 (0.4110)
epl x routine_intensity LUB rdtax x knowledge_intensity	-9.3360** (4.4541)	-6.4935* (4.1519)	-19.1201*** (6.4109)	-7.166 (5.7055)	33.7673 (31.6889)	-40.1683 (28.6483)	-29.959 (44.7133)	44.5852 (39.5612)
talents_attract x knowledge_intensity	5.3304** (2.2995)	4.6898** (2.1352)	1.585 (3.4255)	8.4402*** (2.8393)	3.6521 (2.7259)	6.6753*** (2.6054)	2.8408 (4.0775)	6.3682* (3.3390)
epl x routine_intensity LUB rdtax x knowledge_intensity	-9.3558** (4.4389)	-6.2137* (4.1464)	-19.0738*** (6.4134)	-6.995 (5.6217)	31.3194 (30.2819)	-33.5375 (27.1901)	-19.5201 (43.5628)	33.0825 (37.1590)
mgmt_schools x knowledge_intensity	9.2022*** (3.5147)	7.2269** (3.1762)	0.3072 (5.2202)	16.8610*** (4.3210)	7.0764* (3.9952)	9.5120*** (3.6832)	1.6497 (6.0517)	14.8574*** (4.8441)
epl x routine_intensity LUB rdtax x knowledge_intensity	-9.1231** (4.4972)	-6.1310* (4.1602)	-19.0546*** (6.4091)	-6.8652 (5.6608)	56.2904** (26.9692)	-0.1003 (23.6676)	-13.8355 (38.3113)	89.9139*** (32.9460)
hpwp x knowledge_intensity	0.3198 (0.3066)	0.5354** (0.2751)	0.2499 (0.4601)	1.3254*** (0.3805)	0.3095 (0.3064)	0.5393** (0.2768)	0.2576 (0.4694)	1.3703*** (0.3756)

W nawiasach podano odchylenia standardowe; * p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01.

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 4A. Łączny wpływ kapitału ludzkiego i organizacyjnego oraz czynników kształtujących otoczenie biznesowe na absorpcję ICT (c. d.)

	property_protection x entry_exit				c			
	Chmura obliczeniowa	Chmura obliczeniowa, zaawansowane wykorzystanie	Systemy ERP	Systemy CRM	Chmura obliczeniowa	Chmura obliczeniowa, zaawansowane wykorzystanie	Systemy ERP	Systemy CRM
property_protection x entry_exit LUB insolvency x entry_exit	5.9618** (3.1122)	4.8910* (2.8153)	-4.6722 (4.6253)	2.0514 (3.8086)	-35.4792* (20.2378)	-9.6836 (18.5284)	17.685 (29.9906)	0.4256 (25.2255)
lifelong_learning x knowledge_intensity	0.2261 (0.1818)	0.3283** (0.1648)	0.3719 (0.2816)	0.7954*** (0.2201)	0.3652** (0.1689)	0.4383*** (0.1539)	0.259 (0.2608)	0.8401*** (0.2040)
property_protection x entry_exit LUB insolvency x entry_exit	6.3880** (3.0490)	5.5981** (2.7661)	-2.6265 (4.5304)	3.7492 (3.7705)	-34.2097* (20.2950)	-7.9186 (18.6364)	18.5065 (30.0485)	3.0992 (25.5424)
ls_training x knowledge_intensity	0.74097 (0.7068)	1.0054* (0.6407)	0.2065 (1.0513)	2.4711*** (0.8644)	1.2154* (0.6718)	1.4220** (0.6124)	0.0119 (0.9960)	2.7504*** (0.8195)
property_protection x entry_exit LUB insolvency x entry_exit	6.3884** (3.0490)	5.5977** (2.7661)	-2.6257 (4.5304)	3.7492 (3.7705)	-34.2176* (20.2950)	-7.9275 (18.6363)	18.5064 (30.0485)	3.0817 (25.5425)
hs_training x knowledge_intensity	-0.7408 (0.7071)	-1.0059* (0.6409)	-0.2059 (1.0517)	-2.4718*** (0.8647)	-1.2157* (0.6720)	-1.4227** (0.6125)	-0.0112 (0.9963)	-2.7511*** (0.8197)
property_protection x entry_exit LUB insolvency x entry_exit	6.2177** (2.9547)	6.827*** (2.6884)	-7.9173** (4.2783)	4.1146 (3.6211)	-28.3069 (20.559)	-2.6795 (19.0584)	28.3867 (29.8202)	20.9234 (25.5793)
ict_training x knowledge_intensity	0.4728*** (0.1170)	0.3976*** (0.1107)	0.5548*** (0.1785)	0.8217*** (0.1526)	0.4986*** (0.1167)	0.4374*** (0.1116)	0.5209*** (0.1783)	0.8584*** (0.1513)
property_protection x entry_exit LUB insolvency x entry_exit	6.6058** (3.0272)	6.2229** (2.7558)	-2.9424 (4.5010)	4.0427 (3.7284)	-34.604* (20.3248)	-8.5108 (18.7529)	18.416 (30.0463)	3.0852 (25.5325)
no_ict_experience x knowledge_intensity	-0.228 (0.2545)	-0.216 (0.2313)	-0.1662 (0.3764)	-0.9069*** (0.3104)	-0.3981* (0.2440)	-0.3743* (0.2233)	-0.0893 (0.3589)	-1.0061*** (0.2975)

property_protection x entry_exit LUB insolvency x entry_exit	6.4232** (3.0554)	4.7333* (2.7458)	-3.4399 (4.5313)	2.9768 (3.7473)	-39.5645* (20.4319)	-15.9799 (18.5485)	16.726 (30.2880)	-10.6111 (25.5326)
e_gov x knowledge_intensity	0.1432 (0.1440)	0.3260*** (0.1293)	0.1602 (0.2142)	0.6016*** (0.1746)	0.2764** (0.1375)	0.4127*** (0.1239)	0.093 (0.2045)	0.6569*** (0.1665)
property_protection x entry_exit LUB insolvency x entry_exit	7.1657*** (2.8952)	6.7145*** (2.6296)	-1.9704 (4.2977)	7.1954** (3.6460)	-32.2749* (20.4537)	-5.6534 (18.8277)	15.9822 (30.0790)	3.8679 (26.3125)
skill_mismatch x knowledge_intensity	0.3629 (0.3243)	0.4159 (0.2948)	-0.5009 (0.4911)	0.078 (0.4039)	0.3820 (0.3271)	0.4655* (0.2994)	-0.4984 (0.4909)	0.1448 (0.4079)
property_protection x entry_exit LUB insolvency x entry_exit	5.7596* (3.1306)	5.6383** (2.8577)	-3.5915 (4.6654)	-3.5915 (4.6654)	-28.8506 (20.4241)	-3.1616 (18.8205)	20.5042 (30.3002)	14.0972 (25.9479)
talents_attract x knowledge_intensity	3.3897 (2.5018)	2.7814 (2.3149)	2.5824 (3.7982)	2.5824 (3.7982)	4.7594** (2.3306)	4.5404** (2.1627)	1.7474 (3.5234)	8.5694*** (2.8764)
property_protection x entry_exit LUB insolvency x entry_exit	5.4685* (3.0867)	5.5499** (2.8155)	-2.833 (4.6161)	-2.833 (4.6161)	-28.7021 (20.3225)	-3.2925 (18.7738)	19.0088 (30.2570)	17.5395 (25.5657)
mgmt_schools x knowledge_intensity	6.5516* (3.7832)	4.7846 (3.3972)	1.6548 (5.7248)	1.6548 (5.7248)	8.4121** (3.5568)	7.1601** (3.2134)	0.7572 (5.3597)	17.2256*** (4.3773)
property_protection x entry_exit LUB insolvency x entry_exit	7.1857** (3.0323)	5.9781** (2.7526)	-3.387 (4.5051)	-3.387 (4.5051)	-38.6872* (20.6572)	-14.3382 (18.9436)	16.1686 (30.4766)	-10.6779 (25.7943)
hpwp x knowledge_intensity	0.0807 (0.3200)	0.3519 (0.2868)	0.3719 (0.4928)	0.3719 (0.4928)	0.4035 (0.3113)	0.5739** (0.2799)	0.2151 (0.4761)	1.3464*** (0.3862)

W nawiasach podano odchylenia standardowe; * p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01.

Źródło: Opracowanie własne.

2.5. Komplementarność między kapitałem ludzkim i organizacyjnym a otoczeniem biznesowym w przyjmowaniu nowoczesnych technologii

W poprzednich częściach rozdziału udowodniono, iż zarówno kapitał ludzki, jak i różnorodne regulacje rynkowe oddziałują na absorpcję ICT. Liczne badania, modele teoretyczne, a także intuicja pozwalają jednak sądzić, iż pozytywna rola kapitału ludzkiego i organizacyjnego w przyjmowaniu nowoczesnych technologii może być dodatkowo wzmacniana poprzez odpowiednie polityki kształtujące otoczenie biznesowe.

S. Redding w artykule z 1996 r. udowodnił, iż inwestycje w kapitał ludzki oraz badania i rozwój (*R&D*) są komplementarne w kontekście zapewnienia długookresowego wzrostu gospodarczego⁷⁵. Rozciągając tę koncepcję na nowoczesne technologie, można więc przypuszczać, iż stymulowanie działalności badawczo-rozwojowej poprzez ulgi fiskalne może przynieść ponadprzeciętne rezultaty w postaci cyfrowej absorpcji w sektorach, w których nakłady na podnoszenie kompetencji pracowników są wysokie. Dodatkowo, dobrej jakości praktyki managerskie i organizacyjne, które są szczególnie istotne w branżach, gdzie tempo oraz intensywność cyfryzacji są wysokie, mogą być uzupełniane przez regulacje dotyczące rynku pracy. Nadmierna restrykcyjność przepisów dotyczących ochrony zatrudnionych może bowiem sprawiać, iż implementacja decyzji managerów, mających na celu reorganizację siły roboczej w dynamicznie zmieniającym się otoczeniu biznesowym, może być utrudniona, a czasami wręcz niemożliwa⁷⁶.

W Tabeli 5. przedstawiono wyniki dwóch specyfikacji podstawowego modelu, w którym, w celu przetestowania postawionych hipotez, uwzględniono interakcje wybranych zmiennych dotyczących kapitału ludzkiego i organizacyjnego ze wskaźnikami otoczenia biznesowego oraz odpowiednimi zmiennymi mierzącymi ekspozycję sektorów. Iloczyn trzech zmiennych ma pomóc w uchwyceniu synergii między wybranymi czynnikami strukturalnymi w kontekście absorpcji ICT. Zgodnie z oczekiwaniami oszacowanie parametru przy tak skonstruowanych wskaźnikach powinno być statystycznie istotne. Podstawowe równanie regresji przyjęło w tym przypadku następującą postać:

$$Abs_{rate}_{c,s}^i = \alpha + \beta_1 high_{speed}_{c,s} + \beta_2 X_c^1 \times Exp_{var}_s^1 + \beta_3 X_c^1 \times X_c^2 \times Exp_{var}_s^2 + u_c + u_s + \varepsilon_{c,s}$$

⁷⁵ S. Redding, The low-skill, low-quality trap: Strategic complementarities between human capital and R&D, *The Economic Journal*, T. 106, Nr. 435, 1996, s. 458 – 470.

⁷⁶ D. Andrews, G. Nicoletti, C. Timiliotis, Digital technology diffusion:..., op. cit., s. 39.

Pierwsza część Tabeli 5. zawiera wyniki oszacowań regresji stóp absorpcji nowoczesnych technologii na iloczynnie zmiennej odnoszącej się do odsetka osób uczestniczących w różnych formach edukacji formalnej i/lub nieformalnej (*lifelong_learning*) i wskaźnika wiedzochłonności sektora (*knowledge_intensity*) oraz interakcji tak powstałej zmiennej z miernikiem ulg podatkowych na badania i rozwój (*rdtax*). W drugiej części Tabeli 5. zaprezentowano natomiast oszacowania parametrów modelu, w którym głównymi zmiennymi objaśniającymi jest iloczyn między wskaźnikiem wysokowydajnych metod pracy, mierzącym jakość kapitału organizacyjnego (*hpwp*) i wskaźnikiem rutynowości zadań (*routine_intensity*) oraz interakcja tych zmiennych z miernikiem ochrony przed zwolnieniami indywidualnymi i zbiorowymi (*epi*)⁷⁷. Dodatkowo, w obu specyfikacjach kontroluje się dostęp do szybkiego internetu oraz efekty stałe dla poszczególnych krajów i sektorów.

Zgodnie z oczekiwaniami, pozytywny wpływ podnoszenia kompetencji pracowników w kontekście przyjmowania nowoczesnych technologii jest dodatkowo wzmacniany przez działania stymulujące innowacyjność, w tym ulgi podatkowe na działalność badawczo-rozwojową. Inwestycje w kapitał ludzki, w połączeniu z odpowiednimi politykami ukierunkowanymi na wspieranie naukowego zaplecza krajów, mogą przyczynić się do szybszej i bardziej efektywnej absorpcji ICT, która w rezultacie może przełożyć się na wyniki ekonomiczne sektorów oraz całych gospodarek.

Wyniki wskazują także na komplementarność kapitału organizacyjnego oraz regulacji dotyczących rynku pracy w przyjmowaniu technologii cyfrowych. Elastyczne zasady dotyczące ochrony zatrudnienia mogą wspierać decyzje managerów o realokacji zasobów, wspomagając tym samym ich efektywne wykorzystanie, a w efekcie – intensywniejsze przyjmowanie nowoczesnych rozwiązań technologicznych.

⁷⁷ W tym przypadku zmienną *knowledge_intensity* zastąpiono wskaźnikiem mierzącym stopień rutynowości zadań, który jest wysoce skorelowany z pierwszą zmienną. Powodem takiej zamiany był brak istotności oszacowań, w których jako zmienną mierzącą ekspozycję sektora brano pod uwagę wskaźnik *knowledge_intensity*.

Tabela 5. Komplementarność kapitału ludzkiego i organizacyjnego oraz otoczenia biznesowego w absorpcji ICT⁷⁸

	Chmura obliczeniowa	Chmura obliczeniowa, zaawansowane wykorzystanie	Systemy ERP	Systemy CRM
high_speed	0.1939** (0.0807)	-0.0421 (0.0706)	0.0172 (0.1159)	0.0648 (0.0992)
lifelong_learning x knowledge_intensity	0.2851* (0.1733)	0.4479 (0.1582)	0.2982 (0.2658)	0.7604*** (0.2081)
lifelong_learning x knowledge_intensity x rdtax	1.0341* (0.5725)	-0.1642 (0.4976)	-0.5424 (0.8054)	1.173* (0.7030)
N	249	245	248	243
R2	94.15%	90.86%	82.73%	89%
high_speed	0.1958** (0.0800)	-0.0321 (0.0713)	-0.0027 (0.1144)	0.0909 (0.1024)
hpwp x routine_intensity	1.5711*** (0.5381)	0.963** (0.5013)	1.6323** (0.7796)	1.3758** (0.7042)
hpwp x routine_intensity x epl	-0.5229*** (0.2002)	-0.3108* (0.1845)	-0.7362*** (0.2853)	-0.4512* (0.2703)
N	249	245	248	243
R2	94.17%	90.68%	83.21%	88.18%

W nawiasach podano odchylenia standardowe; * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

Źródło: Opracowanie własne

W celu weryfikacji poprawności wyników oraz zniwelowania prawdopodobieństwa obciążenia oszacowań błędem wynikającym z pominięcia istotnych zmiennych oraz ewentualnej endogeniczności, wykonano szereg testów diagnostycznych dotyczących stabilności wyników oraz ich obciążenia wynikającego z możliwego problemu endogeniczności – nie są one przedstawione, w pracy ale ich wyniki są dostępne dla zainteresowanych Czytelników. Wyniki tych testów jednoznacznie wskazują na stabilność i odporność wyników przedstawionych badań.

3. WNIOSKI

Spowolnienie produktywności w skali globalnej w ciągu ostatnich lat skłania badaczy do poszukiwania odpowiedzi na pytania o to, czy nowoczesne technologie mogą zapewnić trwały wzrost gospodarczy. Ostatnie badania wskazują, iż przyczyną pogarszających się wyników gospodarek jest pogłębiająca się dywergencja produktywności między najbardziej i najmniej wydajnymi firmami, szczególnie w sektorze ICT⁷⁹. Podczas gdy wysoce produktywni pionierzy w branży nowoczesnych technologii w pełni wykorzystują potencjał płynący z produkcji i wykorzystania technologii cyfrowych, firmy opóźnione technologicznie doświadczają trudności w ich efektywnej implementacji, która mogłaby przyczynić się do poprawy wyników ekonomicznych.

Celem niniejszej pracy była ocena roli wybranych czynników strukturalnych w kontekście absorpcji ICT. Biorąc pod uwagę rosnący poziom złożoności współczesnych rozwiązań technologicznych, któremu towarzyszą także dynamiczne zmiany gospodarcze, analizie poddano szereg wskaźników dotyczących kapitału ludzkiego, organizacyjnego oraz otoczenia biznesowego. Otrzymane wyniki potwierdzają postawione hipotezy badawcze, wskazując jednoznacznie, iż dyfuzja i wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych jest uwarunkowane zasobem odpowiedniej wiedzy i kompetencji pracowników oraz regulacjami związanymi z funkcjonowaniem rynków.

Podstawowe znaczenie w kwestii rozpowszechniania ICT ma podnoszenie umiejętności nisko wykwalifikowanych pracowników. Powszechny i równy dostęp do edukacji dla całego społeczeństwa jest niezbędny, jeżeli chodzi o zapewnienie szybkiego i efektywnego przyjmowania nowoczesnych technologii. Co więcej, także specjalistyczne szkolenia kadry pracowników w zakresie podnoszenia kompetencji cyfrowych mogą przełożyć się na ponadprzeciętne wzrosty wydajności. Biorąc pod uwagę tempo zachodzących zmian technologicznych, polityki strukturalne, ukierunkowane na upowszechnianie ICT, powinny w szczególności uwzględniać nie tyle kształcenie specjalistów w branży, co doskonalenie umiejętności cyfrowych najniżej wykwalifikowanej siły roboczej.

Ekspozycja społeczeństwa na nowoczesne technologie oraz ich wykorzystywanie w codziennym życiu mogą ułatwiać adaptację pracowników do wymagań związanych z ICT w miejscach pracy, skutkując ich bardziej efektywnym wykorzystaniem. W tym kontekście szczególnie ważne zdaje się zapobieganie wykluczeniu cyfrowemu poprzez zapewnienie powszechnego dostępu do internetu oraz komputerów. Dostępność podstawowej infrastruktury cyfrowej wciąż stanowi istotny problem w wielu krajach na całym świecie. W kontekście otrzymanych wyników, można więc uznać, iż jest to ważna przyczyna, dla której absorpcja bardziej złożonych rozwiązań technologicznych

⁷⁹ D. Andrews, C. Criscuolo, P. N. Gal, *The Best versus...*, op. cit., s. 20 – 26.

różni się między poszczególnymi krajami i sektorami.

Zdolność gospodarek do przyciągania talentów, a także zasoby odpowiednio wykwalifikowanej kadry managerów mają znaczenie nie tylko w obszarze tworzenia kolejnych innowacji – przede wszystkim odgrywają istotną rolę w ich umiejętnym wdrażaniu i wykorzystaniu. Inwestycje w kapitał organizacyjny, wspomagający proces reorganizacji miejsc pracy w związku z dynamicznie zmieniającym się otoczeniem technologicznym, są komplementarne względem ICT. Podnoszenie jakości szkół kształcących przyszłych zarządzających może zatem stymulować cyfrową absorpcję poprzez dwa kanały: pośredni, który jest związany z podnoszeniem konkurencyjności gospodarek w kontekście zapewnienia warunków rozwoju dla najlepiej wykształconych managerów (przyciąganie talentów) oraz bezpośredni, związany z wkładem zarządzających w przystosowywanie struktur przedsiębiorstw w celu możliwie najefektywniejszego wdrażania i wykorzystania możliwości, jakie oferują nowoczesne technologie.

Absorpcja ICT jest także znacznie bardziej intensywna w środowiskach, gdzie obowiązują sprzyjające, precyzyjnie skonstruowane regulacje rynkowe. Szczególnie istotne znaczenie w kontekście przyjmowania nowoczesnych technologii ma łatwość realokacji zasobów w gospodarce, umożliwiająca ich efektywne wykorzystanie. Kraje o niższej restrykcyjności przepisów dotyczących ochrony zatrudnienia charakteryzują wyższe sektorowe stopy przyjęcia ICT w porównaniu z gospodarkami, w których przepisy rynku pracy są wyjątkowo surowe. Biorąc pod uwagę szybką dynamikę zmian w obszarze technologii cyfrowych, zdolność do szybkiej adaptacji oraz elastyczność rynku pracy mogą się okazać niezbędnymi składowymi procesy ich efektywnego przyjmowania.

Zachęty do działania innowacyjnej w postaci ulg podatkowych na badania i rozwój, a także dostępność kapitału podwyższonego ryzyka, zachęcają do eksperymentowania z nowoczesnymi technologiami. Stworzenie odpowiednich warunków do rozwoju zaplecza naukowego zwiększa, z jednej strony, konkurencyjność gospodarek i ich potencjał innowacyjny, z drugiej zaś – zdolność do pełnego wykorzystywania możliwości, jakie niesie za sobą przyjęcie technologii opracowanej w innych krajach. W tym kontekście istotne zdaje się także wzmożenie ochrony własności intelektualnej, która dodatkowo wzmacnia bodźce do tworzenia i przyjmowania innowacji, w tym tych związanych z technologiami cyfrowymi.

Otrzymane wyniki wskazują także, iż pozytywne oddziaływanie inwestycji w kapitał ludzki i organizacyjny na dyfuzję ICT jest dodatkowo intensyfikowane przez różnorodne czynniki kształtujące otoczenie biznesowe. Zwłaszcza stymulowanie działalności badawczo-rozwojowej poprzez ulgi fiskalne może przynieść ponadprzeciętne rezultaty w postaci cyfrowej absorpcji w sektorach, w których nakłady na podnoszenie kompetencji pracowników są wysokie. Co więcej, wysokiej jakości praktyki managerskie i organizacyjne są uzupełniane przez regulacje dotyczące rynku pracy. Rosnący poziom złożoności kolejnych typów technologii może zatem wymagać jednoczesnych dostosowań zarówno w kapitale ludzkim i organizacyjnym, jak i w obszarze regulacji rynkowych. Wynika z tego, że polityki ukierunkowane na upowszechnianie ICT powinny być wszechstronne i obejmować swym zasięgiem spektrum kanałów, które mogą potencjalnie oddziaływać na absorpcję nowoczesnych technologii.

Rekomendacje co do dalszych badań

Brak wystarczająco długich szeregów danych dotyczących dyfuzji ICT oraz niepowtarzalny charakter wskaźników strukturalnych dotyczących kapitału ludzkiego, organizacyjnego oraz otoczenia biznesowego, ograniczają wybór metod badawczych. Mimo iż przeprowadzona na potrzeby niniejszej pracy analiza została sprowadzona do badania zależności w próbie przekrojowej za pomocą zwykłej Metody Najmniejszych Kwadratów, to szereg wykonanych testów diagnostycznych potwierdza stabilność otrzymanych oszacowań. Na podstawie otrzymanych wyników można wnioskować, iż absorpcja ICT jest uwarunkowana z jednej strony, odpowiednimi zasobami wiedzy i umiejętności pracowników, z drugiej zaś – regulacjami rynkowymi.

O ile analiza autorstwa Andrewsa i in. oraz badanie przeprowadzone w niniejszej pracy zostały ukierunkowane na określenie bodźców stymulujących dyfuzję technologii cyfrowych na poziomie sektorów w próbie państw rozwiniętych, ciekawym i ważnym z naukowego punktu widzenia zadaniem mogłoby być zdefiniowanie czynników ograniczających przyjmowanie ICT przez firmy opóźnione technologicznie. Rozpoznanie obszarów, które hamują rozpowszechanianie i wykorzystywanie nowoczesnych rozwiązań technologicznych w odniesieniu do najmniej produktywnych przedsiębiorstw mogłoby stanowić podstawę do sformułowania i wdrożenia odpowiednich polityk, skutkujących zmniejszeniem wydajnościowej luki.

Kolejnym ważnym obszarem badań jest niewątpliwie ocena wpływu zastosowanych polityk strukturalnych na dyfuzję cyfrową. Ćwiczenie to, chociaż wymaga dostępu do odpowiednio długich szeregów danych, z pewnością byłoby pożyteczne w kontekście oceny skuteczności działań podejmowanych przez decydentów politycznych w celu upowszechniania nowoczesnych technologii.

BIBLIOGRAFIA

- Acemoglu D., et al. Return of the Solow Paradox? IT, Productivity, and Employment in U.S. Manufacturing. *NBER Working Paper*. Nr 19837. 2014.
- Acemoglu D., Linn J. Market Size in Innovation: Theory and Evidence from the Pharmaceutical Industry. *The Quarterly Journal of Economics*. T. 119. Nr 3.
- Akerman A., Gaarder I., Mogstad M. The Skill Complementarity of Broadband Internet. *Discussion Paper*. Nr 7762. IZA Institute for the Study of Labor. Bonn, 2013.
- Andrews D., Criscuolo C., Gal P. N. The Best versus the Rest: The Global Productivity Slowdown, Divergence across Firms and the role of Public Policy. *OECD Productivity Working Papers*. Nr 5. OECD. Paryż, 2016.
- Andrews D., Nicoletti G., Timiliotis C. Digital technology diffusion: A matter of capabilities, incentives or both? *OECD Economics Department Working Papers*. Nr 1476. OECD Publishing, 2018.
- Arvanitis S. Computerization, workplace organization, skilled labour and firm productivity: Evidence for the Swiss business sector. *Economics of innovation and new technology*. T. 14. Nr 2. 2005.
- Bartel A., Ichniowski C., Shaw K. How Does Information Technology Affect Productivity? Plant-Level Comparisons of Product Innovation, Process Improvement, and Worker Skills. *The Quarterly Journal of Economics*. T. 122. Nr 4. 2007.
- Bartel A. P., Lichtenberg F. R. The comparative advantage of educated workers in implementing new technology: some empirical evidence. *NBER Working Paper Series*. Nr 1718. 1985.
- Bartelsman E., van Leeuwen G., Polder M. CDM using a cross-country micro moments database. *Economics of Innovation and New Technology*. T. 26. 2017.
- Biagi F., Parisi M. L. Are ICT, human capital and organizational capital complementary in production? Evidence from Italian panel data. *Joint Research Centre Technical Reports, Institute for Prospective Studies*. European Commission. 2012.
- Bloom N. et al. What Drives Differences in Management? *NBER Working Paper Series, Working Paper*. Nr 23300. 2017.
- Bresnahan T. F., Brynjolfsson E., Hitt L. M., Information technology, workplace organization, and the demand for skilled labor: Firm-level evidence. *The Quarterly Journal of Economics*. T. 117. Nr 1. 2002.
- Brunello G. et al. *Education and training in Europe* Oxford University Press. 2007 [za:] McGowan M. A, Andrews D. *Skill mismatch and public policy in OECD countries*. OECD Economics Department Working Papers. Nr 1210. 2015.
- Brynjolfsson E., et al. Scale Without Mass: Business Process Replication and Sector Dynamics. *Harvard Business School Technology & Operations Mgt. Unit Research Paper*. 2008.
- Brynjolfsson E., Hiit L. M. Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance. *Journal of Economic perspectives*. T. 14. Nr 4. 2000.
- Brynjolfsson E., Hitt L. M. Computing Productivity: Firm-Level Evidence. *The review of economics and statistics*. T. 85. Cambridge, 2003.
- Brynjolfsson E., Hitt L. M., Yang S. Intangible assets: Computers and organizational capital. *Brookings Papers on Economic Activity*. T. 2002. Nr 1. 2002.
- Brynjolfsson E., McAfee A. *Race Against The Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*. Digital Frontier Press. 2011.
- Brynjolfsson E., Rock D., Sverson C. The productivity J-curve: How intangibles complement general purpose technologies? *NBER Working Paper*. Nr 25148. 2018.
- Chun H. Information Technology and the demand for educated workers: disentangling the impacts of adoption versus use. *The Review of Economics and Statistics*. T. 85. Nr 1. 2003.
- Cordoba-Pachon J. R., Ochoa Arias A. E. *Systems Thinking and E-participation: ICT in the Governance of Society*. Information Science Publishing. New York. 2009.
- Cordona M., Kretschmer T., Strobel T. ICT and productivity: conclusions from the empirical literature, *Information Economics and Policy*, T.

25. Nr 3. 2013.

Corrado C., Haskel J., Jona-Lasino C. Knowledge Spillovers, ICT and Productivity Growth. IZA Discussion Paper. Nr 8274. 2014.

DeStefano T., De Backer K., Moussié L. Determinants of digital technology use by companies. *OECD Science, Technology and Innovation Policy Papers*. Nr 40. 2017.

DeStefano T., Kneller R., Timmis J. Broadband infrastructure, ICT use and firm performance: Evidence for UK firms. *Journal of Economic Behavior & Organization*. T. 155. 2018.

Dolton P., Pelkonen P. The wage effects of computer use: evidence from WERS 2004. *British Journal of Industrial Relations*. T. 46. Nr 4. 2008.

Fabiani S., Schivardi F., Trento S. ICT adoption in Italian manufacturing: firm-level evidence. *Industrial and Corporate Change*. T. 14. Nr 2. 2005.

Fabling R., Grimes A. Picking up speed: Does ultrafast broadband increase firm productivity? *Motu Working Paper 16 – 22*. Motu Economic and Public Policy Research. 2016.

Falk M. ICT-linked firm reorganisation and productivity gains *WIFO Working Papers*. Nr 216. Australian Institute of Economic Research (WIFO) 2004 [za:] Fellenstein C., Wood R. *Exploring E-Commerce, Global E-Business and E-Society*. Prentice Hall PTR. 2000.

Ferrance M. F., Lee-Makiyama H., van der Marel E. Digital Trade Restrictiveness Index European Centre for International Political Economy.

Fernald J. Productivity and Potential Output Before, During, and After the Great Recession. *NBER Macroeconomics Annual*. T. 29. 2014.

Gal P. et al. Digitalisation and productivity: In search of the holy grail – Firm-level empirical evidence from EU countries. *OECD Economics Department Working Papers*. Nr 1533. 2019.

Gilchrist S., Gurbaxani V., Town R. PCs and the productivity revolution. Working paper, Center for Research on Information Technology and Organizations. University of California. 2001.

Goldin C., Katz L. F. *The Race between Education and Technology: The Evolution of U.S. Educational Wage Differentials, 1890 to 2005*. Harvard University Press. 2008.

Gordon R. Is U.S. Economic Growth Over? Faltering Innovation Confronts the Six Headwinds. *NBER Working Papers*. Nr 18315. 2012.

Griffith R., Macartney G. Employment protection legislation, multinational firms, and innovation. *Review of Economics and Statistics*. T. 96. Nr 1. 2014.

Grundke R. et al. Which skills for the digital era? Returns to skills analysis. *OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2018/09*. 2019.

GUS, Społeczeństwo informacyjne w Polsce. Wyniki badań statystycznych z lat 2015 – 2019. Warszawa, Szczecin. 2019.

Gust C. J., Marquez J. International Comparisons of Productivity Growth: The Role of Information Technology and Regulatory Practices. *Labour Economics*. T. 11. Nr 1. 2004.

Janovic B., Rousseau P. L. General Purpose Technologies [w:] Aghion P., Duraluf S. *Handbook of Economic Growth*. T. 1. Rozdz. 18. Elsevier 2005.

Jolliffe T., Cadima J. Principal component analysis: a review and recent developments, *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. T. 374. Nr 2065. 2016.

Jones B. F. The Burden of Knowledge and the 'Death of the Renaissance Man': Is Innovation Getting Harder? *Review of Economic Studies*. T. 76. 2012.

- Lichtenberg F. R. The Output Contributions of Computer Equipment and Personnel: A Firm Level Analysis. *Economics of Innovation and New Technology*. T. 3. 1995.
- Machin S., Van Reenen J. Technology and changes in skill structure: evidence from seven OECD countries. *Quarterly Journal of Economics*. 1998.
- McGowan M. A., Andrews D. Labour market mismatch and labour productivity: Evidence from PIAAC Data. *OECD Economics Department Working Papers*. Nr 1209. 2015.
- McGowan M. A., Andrews D. *Skill mismatch and public policy in OECD countries*. OECD Economics Department Working Papers. Nr 1210. 2015.
- McGowan M. A., Andrews D., Millot V. *Insolvency Regimes, Technology Diffusion and productivity Growth*. OECD Economics Department Working Papers. Nr 1425. 2017.
- McKinsey Global Institute. *Solving the Productivity Puzzle: The Role of Demand and the Promise of Digitization*. McKinsey and Company. 2018.
- Mokyr J. The Next Age of Invention: Technology's future is brighter than pessimists allow [w:] Anderson B. C. *City Journal*. Manhattan Institute. 2014.
- Mycielski J. *Ekonometria*. Uniwersytet Warszawski, Wydział Nauk Ekonomicznych. Warszawa 2010.
- OECD. Business Dynamics and Digitalisation, OECD Science. *Technology and Innovation Policy Papers*. Nr 62. 2019.
- OECD. Digital dividend: Policies to harness the productivity potential of digital technologies. *OECD Economic Policy Paper*. Nr 26. 2019.
- OECD. *Entrepreneurship at a Glance 2017*. https://www.oecd-ilibrary.org/employment/entrepreneurship-at-a-glance-2017_entrepreneur_aag-2017-en.
- OECD. Glossary of industrial organisation economics and competition Law, Organisation for Economic. 1993.
- OECD. Going Digital: Shaping Policies. Improving Lives. OECD Publishing. Paryż 2019.
- OECD. OECD Economic Outlook 2019. Nr 105. OECD Publishing. Paryż 2019.
- OECD. OECD Employment Outlook 2016. OECD Publishing. Paryż 2016.
- OECD. OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017. The digital transformation.
- OECD. Measuring the Digital Transformation: A Roadmap for the Future. OECD Publishing. Paryż 2019.
- OECD. Skills for a Digital World: 2016 Ministerial Meeting on the Digital Economy Background Report. *OECD Digital Economy Papers*. Nr 250. OECD Publishing. Paryż 2016.
- Perla J., Tonetti C. Waugh M. E., Equilibrium Technology Diffusion, Trade and Growth. *NBER Working Papers*. Nr 20881. National Bureau of Economic Research. 2015.
- Rajan R. G., Zingales L. Financial dependence and growth. *American Economic Review*. T. 88. 1998.
- Redding S. The low-skill, low-quality trap: Strategic complementarities between human capital and R&D. *The Economic Journal*. T. 106. Nr. 435. 1996.
- Röller L. H., Waverman L. Telecommunications infrastructure and economic development: a simultaneous approach. *WZB Discussion Paper*. Nr FS IV 96 – 16. 1996.
- Scarpetta S., Tresselt T. *Boosting productivity via innovation and adoption of new technologies: any role of labor market institutions?* The World Bank. 2004.

Solow R. We'd Better Watch Out. *New York Times Book Review*. 1987. s. 36.

Westmore B. Policy incentives for private innovation and maximising the returns. *OECD Journal: Economic Studies*. T. 2013. Nr 1. 2014.

ŹRÓDŁA INTERNETOWE:

- <https://www.education.vic.gov.au/school/teachers/teachingresources/digital/Pages/teach.aspx>. Dostęp z dnia: 29.03.2020.
- <https://www.encyclopedia.com/social-sciences-and-law/sociology-and-social-reform/sociology-general-terms-and-concepts/new-0>. Dostęp z dnia 29.03.2020.
- <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=6274>. Dostęp z dnia: 20.05.2020.
- <https://www.encyclopedia.com/social-sciences-and-law/sociology-and-social-reform/sociology-general-terms-and-concepts/new-0>. Dostęp z dnia 29.03.2020.
- http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Cloud_computing_statistics_on_the_use_by_enterprises. Dostęp z 17.05.2020.

ZESTAWIENIE SPISÓW

Wykaz skrótów

BPR	Business Process Reengineering
CC	Cloud Computing
CRM	Customer Relationship Management
ERP	Enterprise Resource Planning
GCI	Global Competitiveness Index
GPT	General Purpose Technologies
HPWP	High Performance Work Practices
ICT	Information and Communication Technologies
IT	Information Technology
KBE	Knowledge-Based Economy
MFP	Multi Factor Productivity
MNK	Metoda Najmniejszych Kwadratów
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PCA	Principal Component Analysis
PIAAC	Programme for the International Assessment of Adult Competencies
PMR	Product Market Regulation
R&D	Research and Development
RDTI	Digital Trade Restrictiveness Index
RII	Routine Intensity Index
UE	Unia Europejska
WEF	World Economic Forum

